

PHILIPS Spezialröhren

Zusammengestellt und bearbeitet von Ing. L. Ratheiser
Herausgegeben von der Philips Gesellschaft m b H Wien,
7, Neubaugasse 1. Druck Elbemühl Wien IX Berggasse 31

Frühjahr 1949

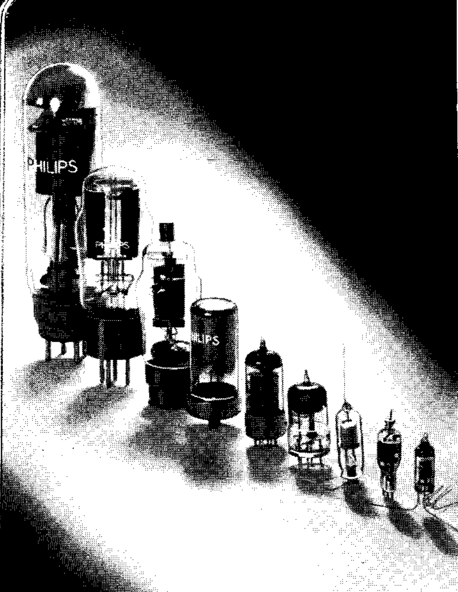
Die Elektronenröhre, eine umwälzende Erfindung des 20. Jahrhunderts, bildet den wichtigsten Bestandteil aller Radiosender und Radioempfänger. Sie hat darüber hinaus noch zahlreiche andere Verwendungsgebiete gefunden. Die modernen Meßgeräte der Industrie- und Forschungslaboratorien, die Einrichtungen der Telephon- und Signalanlagen und die elektromedizinischen Geräte sind ohne Elektronenröhre undenkbar. Vielfach werden spezifische Anforderungen an die Eigenschaften der Elektronenröhre gestellt, die in vielen Fällen zu technisch hochentwickelten Spezialkonstruktionen geführt haben.
Philips als Pionier auf dem Gebiete der Elektronentechnik hat frühzeitig die Bedeutung dieser Sachlage erkannt und eine große Auswahl von Spezialröhren entwickelt, über die der vorliegende Katalog Aufschluß geben soll. Diese Typen wurden unter dem Begriff „Philips-Spezialröhren" nach ihren hauptsächlichen Verwendungsgebieten zusammengefaßt und gleichzeitig, nach ihren elektrischen Daten geordnet, in übersichtliche Tabellen eingereiht. In zahlreichen Fällen ist es auch erforderlich, neben diesen Spezialröhren normale Empfängerröhren und zum Teil auch kleinere Senderöhren zu verwenden. Aus diesem Grunde wurden im Anhang auch die modernsten Empfänger- und Senderöhren bis zu einer Leistung von 300 W aufgenommen.
Wir hoffen, mit diesem Katalog sowohl dem Fachmann als auch dem interessierten Laien einen vorteilhaften Arbeitsbehelf gegeben zu haben.

Philips Gesellschaft m b H Wien
Abteilung Spezialröhren

Inhaltsübersicht

PHILIPS
Spezialröhren





Spezialröhren-Aufbautechnik

Das „Gesicht der Röhre“ hat im Laufe der jahrzehntelangen Entwicklung, bedingt durch die Notwendigkeit, die Röhreneigenschaften den besonderen Bedingungen der praktischen Verstärkertechnik anzupassen, weitgehende Wandlungen erfahren. Dies kommt vor allem bei den Spezialröhren zum Ausdruck, insbesondere soweit sie für hohe und höchste Frequenzen Verwendung finden.
Für die älteren Röhrenkonstruktionen ist der von der Glühlampe übernommene Quetschfußaufbau (Bild 1 und 2) kennzeichnend. Er bietet den Vorteil einer

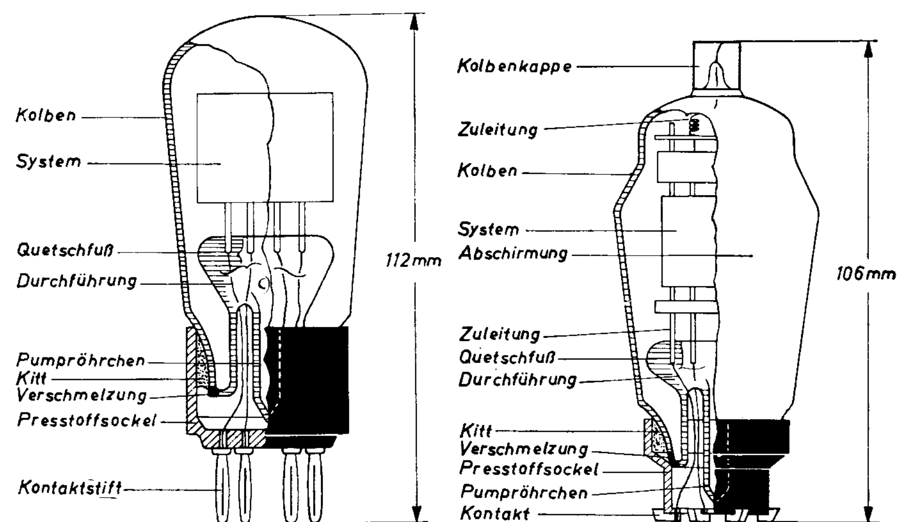
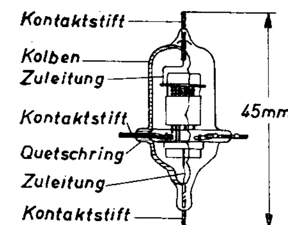


Bild 1 und 2. Quetschfußröhren mit Stiftsockel (links) und Außenkontaktsockel (rechts).



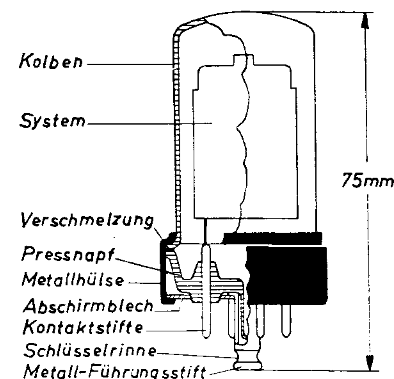


Bild 3 und 4. Eichelröhre mit Ringquetschung (links) und Preßglasschlüsselröhre (rechts).

einfachen Herstellungstechnik, hat aber den Nachteil langer, parallel laufender Zuleitungen, die bei höheren Frequenzen unangenehme Verkopplungen und starke Verluste ergeben. Röhren mit derartiger Aufbautechnik werden deshalb nur noch für normale Frequenzbereiche verwendet.
Bei Mehrgitterröhren wurde zunächst die Herausführung einer besonders kritischen Elektrode — meist das Steuergitter — zu einer oberen Kolbenkappe erforderlich (Bild 2). Auch der Übergang vom Stiftsockel zum Außenkontakt-(P)-Sockel brachte eine gewisse Verkürzung der Zuleitungen und eine bessere Verteilung der Kontaktstifte.
Die steigende Anwendung höherer Frequenzen (UKW) machte den Fortfall des Quetschfußes und den Verzicht auf den Isolierstoffsockel erforderlich. Eine der ersten Spezialkonstruktionen, die diesen Forderungen Rechnung trug, war die Eichelröhre (Bild 3) mit seitlich herausgeführten Zuleitungen und Ringquetschung.

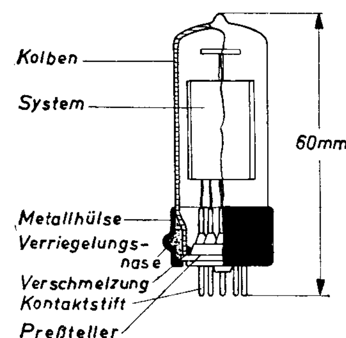
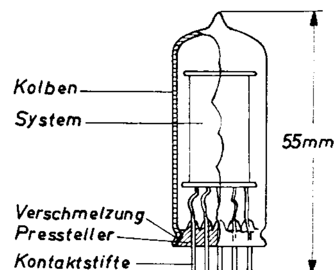


Bild 5 und 6. Oben: Rimlockröhre. Rechts: Außenkontakt und Schlüsselröhren- (Loktal-) Sockel rechts.





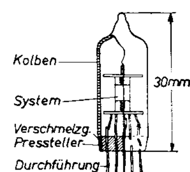
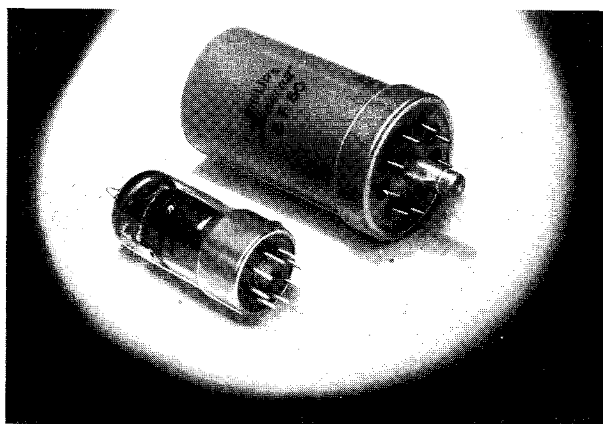


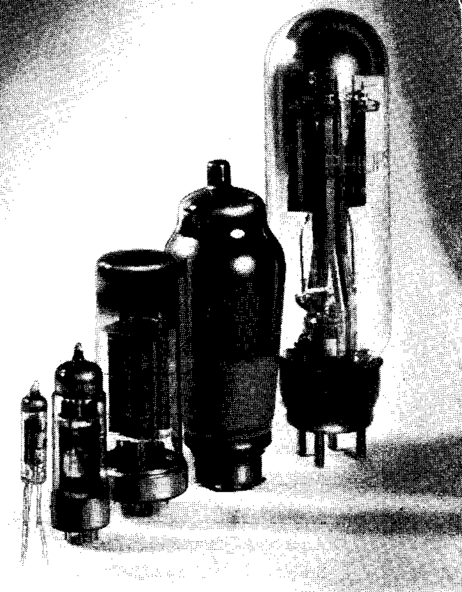
Bild 7 und 8. Miniaturröhre (links) und Subminiaturröhre (oben).

Ähnliche Gesichtspunkte waren für die Entwicklung der Preßglasröhren (Bild 4) maßgebend. Bei diesen Röhren sind die Durchführungsstifte in einen flachen Preßteller eingeschmolzen und besitzen so großen Durchmesser, daß sie gleichzeitig als Kontaktstifte für die Fassung dienen können (Bild 6). Der Führungsstift besitzt eine Rinne, in die eine in der Fassung angebrachte Verriegelungsfeder einschnappt (Schlüsselröhren). Eine fertigungsmäßige Vereinfachung (Glasureinschmelzung) führte zur Entwicklung der Rimlockröhren (Bild 5), deren besonderes Kennzeichen die kleinen Abmessungen sind. Auch bei diesen Röhren dienen die Durchführungsstifte gleichzeitig zur Kontaktgabe. Eine seitliche Metallnase gestattet eine Verriegelung der Röhre in der Fassung (Rimlock-Randverriegelung).
Ein bemerkenswerter Zug der modernen Röhrenentwicklung ist das Streben nach möglichst kleinen Abmessungen. Dies kommt besonders bei den Miniaturröhren (Bild 7) und bei den Subminiaturröhren (Bild 8) zum Ausdruck. Die Subminiaturröhren besitzen dünne Durchführungsdrähte und sind zum Einlöten in die Schaltung bestimmt, so daß eine besondere Fassung entfällt.

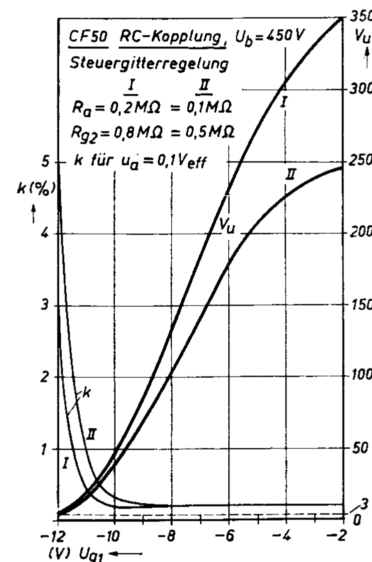


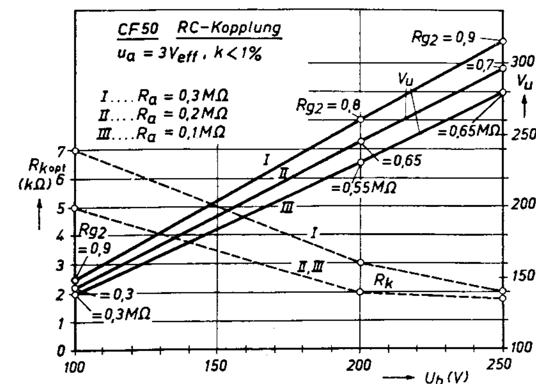
Preßglas- und Rimlocktechnik.

Spezialröhren für Kraftverstärker



Für die NF-Verstärkung in Kraftverstärkeranlagen sowie für Tonfilmwiedergabegeräte usw. stehen eine Reihe von Spezialröhren zur Verfügung, die den besonderen Bedingungen dieser Technik angepaßt sind. Als Vorverstärkerröhren kommen indirekt geheizte Trioden und HF-Pentoden in Betracht, die mit Rücksicht auf eine möglichst hohe Störfreiheit, das heißt einen geringen Störpegel in bezug auf Klingen, Brummen und Rauschen aufweisen (CF 50, EF 40). Fortsetzung S. 15.





Verstärkungs- und Klirrfaktorkurven für die Mikrophonverstärkerröhre CF 50 in RC-Kopplung.

a) Verstärkerröhren für Vorstufen

Art (System)	Trioden indirekt geheizt		Pentoden indirekt geheizt		
Benennung	4657[1]	4614[1]	4636[1]	EF40[9]	CF50
Abmessungen (ohne Stifte)	46×101	46×91	51×138	22×60	46×133
Heizspannung U_f	4	4	4	6,3	30
Heizstrom I_f	1	1	1,1	0,2	0,2
Verwendung	NF	NF	NF	NF	NF[4]
Anodenspannung U_a	200	200	200	250 300[3]	250
Schirmgitterspannung U_{g2}			100 125[3]	150 200[3]	100
Gittervorspannung U_{g1}	−1,5	−16	−2	−2	−2
Gitterwechselspannung u_g		10,5			
Anodenstrom I_a	1	12	3	3	1,5
Dyn. Anodenstrom[6] I_{ad}					
Schirmgitterstrom I_{g2}			1,2	0,9	0,3
Dyn. Schirmgitterstrom[6] I_{g2d}					
Steilheit S	2,2	1,3	2,3	1,8	3,3
Durchgriff D	1	11	3,3[2]	2,2[2]	2,2[2]
Innenwiderstand R_i	46	7	2200	3000	2500
Kathodenwiderstand R_k					Verstärkungskurven s. Seite 9
Außenwiderstand R_a		27			
Nutzleistung N		0,22			
Klirrfaktor k					
Kapazität Anode—Gitter c_{ag}	<3	4	0,006	0,0015	0,03
Max. Anodenverlust $Q_{a\,max}$	1,5	3	1	1	1
Max. Schirmgitterverlustleistg. Q_{g2max}			0,3	0,3	0,5
Bemerkungen	= E499	= E409 N C_e = 3,2 pF C_a = 5,1 pF	= E446 C_e = 12,5 pF C_a = 10 pF	Rimlockröhre	rä (50-10.000 Hz) = 2500 Ω
Sockelschaltungen					

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Durchgriff des Schirmgitters. [3]) Maximalwerte. [4]) Speziell für Mikrofonverstärkung. [5]) Von Anode zu Anode. [6]) Bei Aussteuerung mit Sinusdauerton. [7]) Bei voller Aussteuerung. [8]) Gemeinsam. [9]) Allstrompentode UF 40 (12,6 V, 0,1 A) mit äquivalenten Daten in Entwicklung.

b) Leistungsröhren für Endstufen (nach max. Nutzleistung geordnet)

Endtrioden direkt geheizt				Sekundäremissionsröhre	Endpentode direkt geheizt
4613[1]	4683[1]	4624[1]	4641[1]	EEP1[1]	4650[1]
51×130	53×135	52×188	68×165	48×124	68×157 mm
4	4	7,2	4	6.3	4 V
1	0,95	1,1	2,1	0,6	2 A
E GE	GE	E GE	GE	HF, Phasenumkehr[9]	E E GE GE GE
250 500	350 350	800 800	1500	250 400	300 500 300 300 550 V
	U_{qmax} = = 600 V			150 400	300 200 300 300 250 V
				k_s = 150 200	
−22 −68	−75 −73	−90 −92	−144	−2,5	-40 -30 -63 V
14,5 2×46	2×49 2×48	60 2×60	2×105		20 15,5 2×39 2×46 2×37 V_{eff}
48 2×24	2×35 2×43	35 2×30	2×10	8	83 45 2×64 2×15 2×45 mA
	2×70 2×46	2×59	2×41		2×72,5 2×72,5 2×53 mA
				0,45	4,6 1,4 2×2 2×0,4 2×0,8 mA
				k_s = −6,5	2×11,9 2×14,3 2×7,4 mA
3,5 3	6	2,3	2	17	3,9 3,2 mA/V
17	25	14	11	2,5[2]	22[2] %
1,7 2	0,67	3	4,6	50	20 30 kΩ
	850[8]				330 — 445[8] Ω
1,6 11,5[5]	5[5] 8[5]	11 10[5]	40[5]		3,6 12 4[5] 4,5[5] 12[5] kΩ
1,5 5,3	20 15,6	9 30	68		10,3 12 24 26,5 41 W
5 5	2,1 2,3	1,1	1,9		10 10 2,9 4,5 4,3 %
<3	<23		<7	0,006	<3 pF
12	15	32	25	2	25 W
R_{gmax}=10MΩ				0,1 k_s = 2	1,5 (4,3)[7] W
= E406N	= AD1/350V			k_s = Sekundäremissionskathode	= F443N Kurze Anheizzeit

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Durchgriff des Schirmgitters. [3]) Maximalwerte. [4]) Speziell für Mikrofonverstärkung. [5]) Von Anode zu Anode. [6]) Bei Aussteuerung mit Sinusdauerton. [7]) Bei voller Aussteuerung. [8]) Gemeinsam. [9]) Siehe Schaltung Seite 14.

b) Leistungsröhren für Endstufen (nach erzielbarer Nutzleistung geordnet)

Art (System)	Endpentoden, indirekt geheizt					
Benennung	4694[1])		4682[1])		4688[1])	4689[1])
Abmessungen (ohne Stifte)	46×115		47×117		51×117	51×123
Heizspannung U_f	6,3		4		4	6,3
Heizstrom I_f	0,9		1		2	1,35
Verwendung	GE	GE	GE	GE	GE	GE
Anodenspannung U_a	375	400	375	375	375	375
Schirmgitterspannung U_{g2}	250	425	250	250	275	275
Gittervorspannung U_{g1}			— 32			
Gitterwechselspannung u_g	2×6,9	2×9	2×21,5	2×16,5	2×16	2×16
Anodenstrom $I_{a o}$	2×24	2×22	2×20	2×24	2×48	2×48
Dyn. Anodenstrom[6]) I_{ad}	2×30	2×25	2×45	2×29	2×62	2×62
Schirmgitterstrom I_{g2o}	2×2,5	2×2 8	2×3	2×3,5	2×5	2×5
Dyn. Schirmgitterstrom[6]) I_{g2d}	2×5	2×6,2	2×5,5	2×4	2×9	2×9
Steilheit S	8	7	2,5		7,5	7,5
Durchgriff D_2	4,3[2])		16[2])		9[2])	9[2])
Innenwiderstand R_i	70	75	90		50	50
Kathodenwiderstand R_k	145	315[8])		540	165	165
Außenwiderstand R_{aa}	13[5])	20[5])	9[5])	15[5])	6,5[5])	6,5[5])
Nutzleistung N	12	13	19	14	28,5	28,5
Klirrfaktor k	2,3	5	1,5	5,2	2,25	2,3
Kapazität Anode—Gitter c_{ag}	< 0,8		< 1,5		< 0,8	< 0,8
Max. Anodenverlust $Q_{a max}$	**9**		**9**		**18**	**18**
Max. Schirmgitterverlustleistg. Q_{g2max}	**2,7**		**1,5**		**3,5**	**3,5**
Bemerkungen	= EL3/425 V		= AL2/375 V		= AL5/375 V	= EL5/375 V
Sockelschaltungen						

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Durchgriff des Schirmgitters. [3]) Maximalwerte. [4]) Speziell für Mikrofonverstärkung. [5]) Von Anode zu Anode. [6]) Bei Aussteuerung mit Sinusdauerton. [7]) Bei voller Aussteuerung. [8]) Gemeinsam.

b) Leistungsröhren für Endstufen

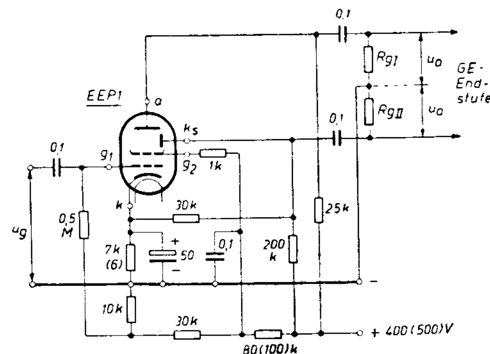
Endpentoden, indirekt geheizt											
4699[1])		**EL20**	**4654P 4654K**			**EL50**	**EL60**		**EL51**		
51×123		29×80	51×135			51×135	34×96		59×171		mm
6,3		6,3	6,3			6,3	6,3		6,3		V
1		0,9	1,35			1,35	1,5		1,9		A
GE	GE	GE	GE	GE	GE	GE	E	GE	GE	GE	
355	405	295	355	420	600	795	250	795	500	750	V
Ub=375	=425	Ub = 300	= 355	= 420	400	400	250	Glühlampe 60 W	500	750	V
Rg2=6 kΩ	=8 kΩ	Rg2 = 750 Ω	= 500 Ω	= 500 Ω		Rg2 = 500 Ω					
		— 34		— 38	— 37	— 40		— 43		— 40	V
2×14	2×17	2×24	2×22,5	2×26,5	2×25	2×28	9	2×30	2×19	2×28,5	Veff
2×52	2×46	2×12,5	2×53	2×20	2×22	2×15	100	2×15	2×87	2×40	mA
2×64	2×58	2×68	2×66,5	2×93	2×82	2×70		2×100	2×110	2×145	mA
2×6,5	2×5	2×1,9	2×6,5	2×2,2	2×2	2×1	12	2×1,4	2×13	2×7,5	mA
2×16,5	2×14,5	2×19	2×15,5	2×21	2×20	2×24		2×22	2×23	2×30	mA
13			6		4	4	11		11	7	mA/V
5[5])		11[2])	9[2])			9[2])	9[2])		6[2])		%
28	35	25	30		50	50	15		33	55	kΩ
125	170		195				107		100[8])		Ω
6[5])	8[5])	6,5[5])	5[5])	5[5])	10[5])	18[5])	2,5	10[5])	4,8[5])	6[5])	kΩ
27,5	29	35	26	48	69	80	12	105	67,5	140	W
4	5	5	3,5	2,5	5,2	10	10,5	5,5	5	5	%
0,7		< 1,2	< 0,8			< 0,8	< 1,1		< 1,5		pF
18		**11**	**18**			**18**	**25**		**45**		W
2	(5)[7])	2,5 (5,5)[7])	3 (10)[7])			3 (10)[7])	6 (12)[7])		7		W
= EL6/425 V		Schlüsselröhre	= EL5 600 V				Schlüsselröhre				

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Durchgriff des Schirmgitters. [3]) Maximalwerte. [4]) Speziell für Mikrofonverstärkung. [5]) Von Anode zu Anode. [6]) bei Aussteuerung mit Sinusdauerton. [7]) Bei voller Aussteuerung. [8]) Gemeinsam.

c) Netzgleichrichterröhren für Kraftverstärker

Art (System)	Einweg Hochvakuum direkt geheizt		Einweg gasgefüllt indirekt geheizt		Zweiweg Hochvakuum direkt geheizt		Zweiweg gasgefüllt direkt geheizt		
Benennung	1832[1])	4646[1])	EW 60		AZ50		4652	AX50	
Abmessungen (ohne Stifte)	60×145	60×145	34×96		51×132		47×112	51×120	mm
Heizspannung Uf	4	4	6.3		4		4	4	V
Heizstrom If	1,3	1,3	2,3		3		2	3,75	A
Verwendung	EW	EW	EW	EW	ZW	ZW	ZW	ZW	
Sperrspannung Û									
Trafospannung[3]) u	**700**	**1000**	**500**	**400**	**2×500**	**2×500**	**2×500**	**2×500**	Veff
Maximaler Gleichstrom I	**120**	**75**	**400**	**500**[4])	**250**	**250**	**125**	**250**	mA
Gleichspannung[2]) U	660	1150	410	525	480	500	600	560	V
Maximale Ladekapazität CL	**12**	**12**	**16**	**50**	**64**	**16**	**16**	**16**	µF
Schutzwiderstand R	**200**	**200**	**100**	**50**	**200**	**100**	**100**	**560**	Ω
Bemerkungen							= AX 1		
Sockelschaltungen									

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Bei den darüber angegebenen Werten von Trafospannung und Gleichstromentnahme. [3]) Maximalwert fett gedruckt. [4]) Vollast erst 20 Sekunden nach dem Einschalten.



Schaltbild für die Sekundäremissionsröhre EEP 1 als NF-Verstärker- und Phasenumkehrstufe zur direkten Aussteuerung einer Gegentaktendstufe.

Für Endstufen größerer Leistung ist die Gegentaktschaltung das Gegebene, da sie die Verwendung höherer Betriebsspannungen gestattet und dadurch einen wesentlich besseren Wirkungsgrad und damit höhere Leistung liefert als die einfache Parallelschaltung. Dabei benützt man zweckmäßig die sogenannte AB-Schaltung (Class - AB - Betrieb). Ein weiterer Vorteil der Gegentaktschaltung ist der, daß sie die geradzahligen Oberwellen kompensiert und dadurch einen extrem kleinen Klirrfaktor gibt. Für derartige Schaltungen stehen sowohl Trioden als auch Pentoden zur Verfügung. Die Trioden, die früher viel benützt wurden, haben jedoch den Nachteil eines verhältnismäßig geringen Wirkungsgrades, der sich aus der ungünstigen Kennlinienform ergibt. Sie liefern daher erst bei höheren Anodenspannungen entsprechende Leistungen. Ein gewisser Vorteil ist dagegen der kleine Innenwiderstand der Triode, der von vornherein ohne Entzerrungsschaltung eine ausgeglichene Frequenzkurve liefert. In den letzten Jahren hat sich jedoch die Pentode auch für die Verwendung in Gegentaktstufen immer mehr durchgesetzt. Sie gestattet die Erzielung großer Leistungen mit verhältnismäßig kleinen Betriebsspannungen, so daß für die Netzsiebung unter Umständen noch Elektrolytkondensatoren Verwendung finden können. Mit Hilfe der Gegenkopplung läßt sich der Nachteil der Pentode, nämlich ihr hoher Innenwiderstand, weitgehend ausgleichen, so daß man in der Lage ist, die Arbeitsweise der Pentode fast der einer Triode anzunähern. Bei Tonfilmanlagen fällt der Vorteil der Pentode, daß sie mit kleinerer Betriebsspannung große Leistungen liefert, besonders ins Gewicht, da hohe Betriebsspannungen wegen Feuergefahr unzulässig sind. Das Bild auf Seite 16 zeigt in graphischer Darstellung die erzielbare Nutzleistung der zur Verfügung stehenden Endröhren und die dabei aufzuwendende maximale Anodenverlustleistung pro Röhre für Gegentaktschaltung. Große Nutzleistung und guter Wirkungsgrad verlangen natürlich höhere Betriebsspannung und AB-Einstellung.

Austauschtabelle für ältere Verstärkerröhren.

Die in diesem Katalog enthaltenen Spezialröhren für Kraftverstärkeranlagen ermöglichen den Ersatz einer Reihe derzeit nicht erhältlicher Rundfunk- und Spezialröhren älterer Ausführung. Die nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über jene Röhrentypen, die auf Grund der weitgehenden Übereinstimmung in den elektrischen Daten für einen Ersatz durch die links aufgeführten fettgedruckten Spezialröhren in Betracht kommen können. Sofern die elektrischen Daten der zu ersetzenden und der Ersatzröhre nicht völlig identisch sind, ist es erforderlich, die Arbeitspunkteinstellung der Ersatzröhre den gegebenen Verhältnissen entsprechend anzupassen. Auch eventuelle Unterschiede in der Sockelung müssen beachtet werden.

Lieferbare Spezialröhre	als Ersatz für	Lieferbare Spezialröhre	als Ersatz für
4613	E 406 N	**4682**	AL 2, 4684, E 443 N
4614	E 409 N, REN 1104	**4683**	AD 1, E 408 N, Ed, LK 4375
4624	E 707	**4688**	AL 5, 375, E 406 N, F 443 N
4636	E 446, RENS 1284	**4689**	EL 5
4641	E 451, E 707, LK 7110	**4694**	4684
4650	F 443 N	**4699**	EL 6, EL 6/400, EL 12, EL 12 spez.
4654	EL 50, EL 5, F 410, D 404, LK 460, C 443 N	**AX 50**	RGQZ 1,4/04, DCG 1/150
		EEP 1	EE 1, EE 50
4657	E 499, REN 914		

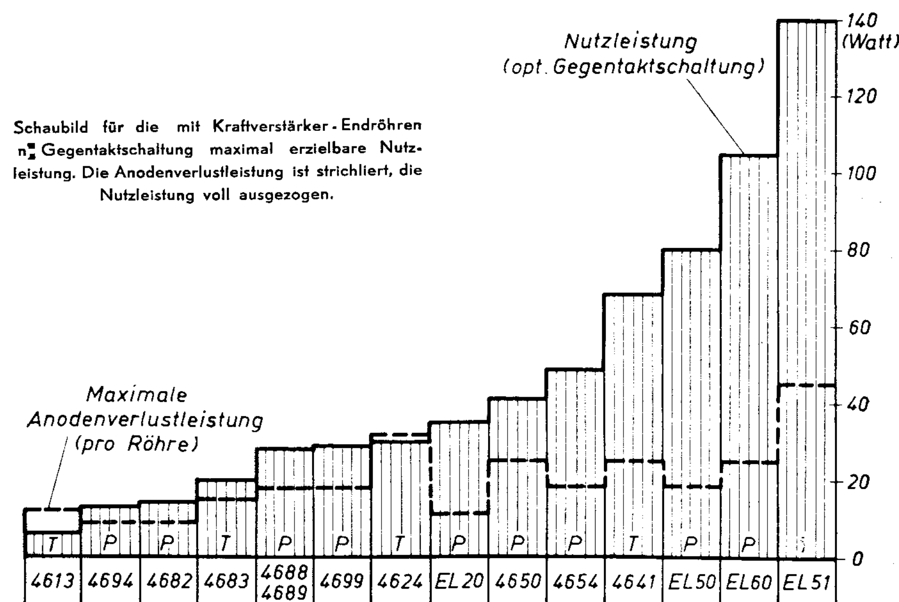
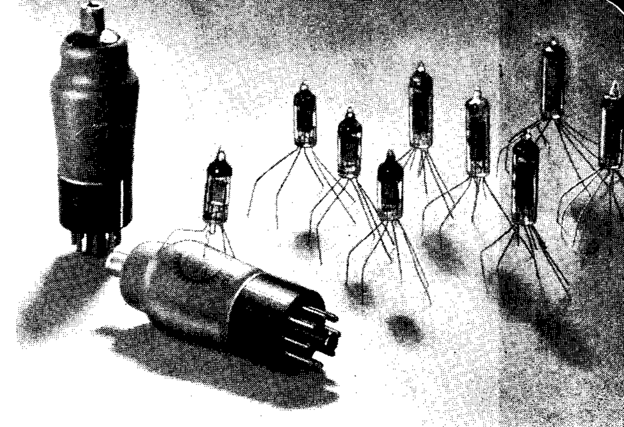
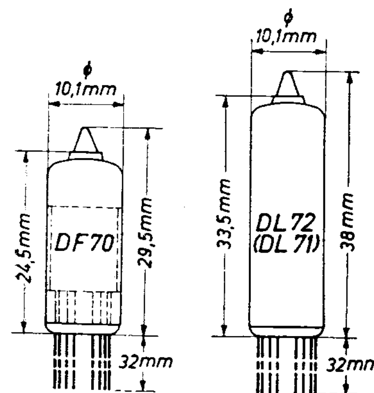


Schaubild für die mit Kraftverstärker-Endröhren in Gegentaktschaltung maximal erzielbare Nutzleistung. Die Anodenverlustleistung ist strichliert, die Nutzleistung voll ausgezogen.

Subminiatur-Röhren

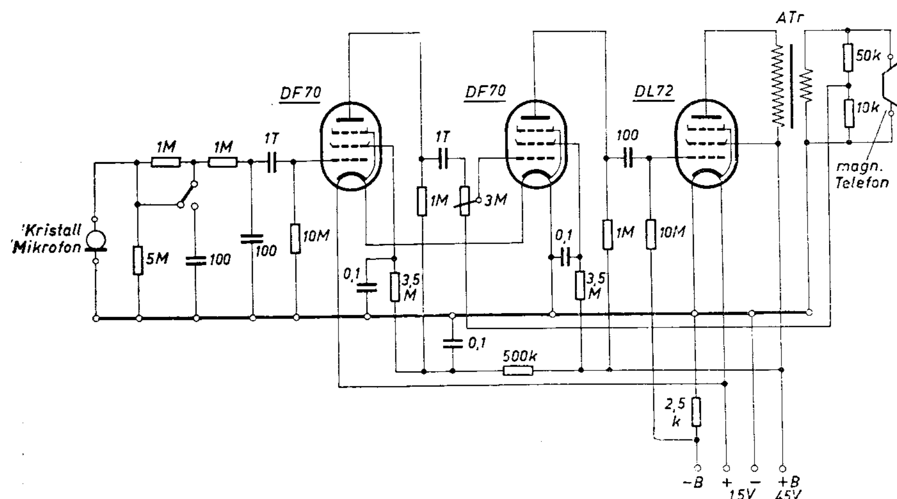


Für Spezialgeräte, bei denen es auf kleinste Abmessungen ankommt, also z. B. Mikrofonverstärker für Schwerhörigenhilfe (hearing aids), stehen in den Philips-Subminiaturröhren Spezialröhren kleinster Abmessungen zur Verfügung, die auch den besonderen Betriebsbedingungen dieser Geräte bestens angepaßt sind. Sie besitzen extrem kleinen Heizstrom und als Anodenstromquelle ist eine Batterie mit einer Spannung von 22 bis 45 V ausreichend. Die Subminiaturserie enthält drei Typen, und zwar eine HF-Pentode DF 70, eine Ausgangspentode DL 71 für eine Nutzleistung von maximal 3 mW und eine Ausgangspentode DL 72 für eine Nutzleistung von maximal 23 mW. Die DL 71 reicht für den Betrieb eines kleinen Kristalltelefons, während die DL 72 einen empfindlicheren elektrodynamischen oder elektromagnetischen Kopfhörer betreiben kann. Im allgemeinen wird man bei der Konstruktion eines solchen Verstärkers zwei HF-Pentoden DF 70 und eine Ausgangspentode DL 71 oder DL 72 verwenden. Dieser Kombination wurde die Heizspannung der DF 70 mit 0,625 V angepaßt, so daß man zwei Röhren dieser Art in Reihe schalten kann und daher die Heizstromquelle eines derartigen Verstärkers nur mit 50 mA belastet. Auf Grund dieser geringen Beanspruchung können einzellige Trockenbatterien kleinster Abmessungen Verwendung finden. Trotz der geringen Anforderungen an die Stromquellen ist die Leistungsfähigkeit der Subminiaturröhren erstaunlich hoch, wenn man zum Vergleich die bisherigen Batterieröhren der K- oder D-Serie als Vergleich heranzieht. Die DF 70 ergibt je nach der Betriebsspannung von 22 oder 45 V eine wirksame Spannungsverstärkung von 20- bis 50fach und auch die Steilheit der Ausgangsröhren von 0,5 mA/V trägt erheblich dazu bei, eine günstige Empfindlichkeit derartiger Verstärker zu sichern.



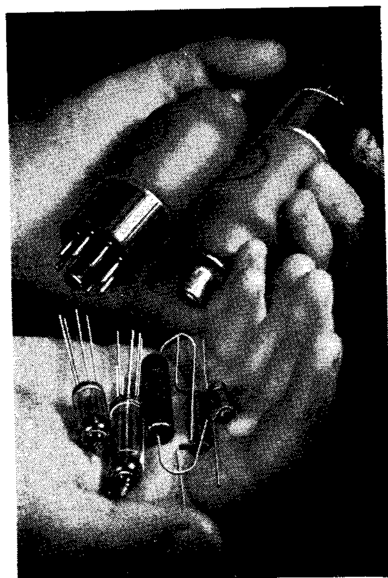
Subminiaturröhren in natürlicher Größe.

Die Röhren sind ungesockelt, so daß eine besondere Fassung nicht erforderlich ist. Sie sind vielmehr zum direkten Einlöten in die Schaltung bestimmt und besitzen normalerweise Anschlußdrähte von 32 mm Länge. Auf Wunsch können sie auch mit Anschluß-



Schaltbild eines Mikrofonverstärkers (Schwerhörigengerät) mit Subminiaturröhren.

drähten von 6 mm Länge geliefert werden. Die extrem kleine Heizleistung mußte natürlich durch einen entsprechend dünnen Faden erreicht werden. Dies verlangte mit Rücksicht auf die bevorzugte Verwendung der Röhren in tragbaren Geräten entsprechende konstruktive Maßnahmen, um die Gefahr des Auftretens von Röhrenklingen auszuschalten. Der Heizfaden besitzt deshalb eine sorgfältige Federhalterung.



Subminiaturröhren für tragb. Batterieverstärker (Schwerhörigengeräte)

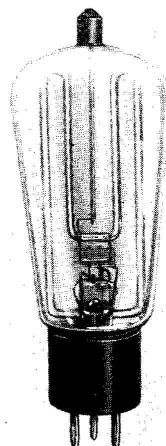
Art (System)		HF-Pentode direkt geheizt	Endpentoden direkt geheizt	
Benennung		DF70	DL71	DL72
Abmessungen (ohne Zuleitungen)		10,1×29,5	10,1×38	10,1×38 mm
Heizstrom	U_f	0.625	1,25	1.25 V
Heizspannung	I_f	25	25	25 mA
Verwendung		NF	E	E
Anodenspannung	U_a	30*)	45	45 V
Schirmgitterspannung	U_{g2}	30	45	45 V
Gittervorspannung	U_{g1}	—1,85	—1,25	—4,5 V
Anodenstrom	I_a	0,05 0,1	0,6 0,75	1,7 1,25 mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,018	0.15	0,4 mA
Steilheit	S	0,1	0,5	0.5 mA/V
Durchgriff	D2	8	6,5	20 %
Innenwiderstand	R_i	2500	350	225 kΩ
Außenwiderstand	R_a	*)	100	30 kΩ
Nutzleistung (bei k = 10%)	N	—	6	23 mW
Maximale Anodenverlustleistung	$Q_{a\,max}$	15	30	60 mW
Maximale Schirmgitterverlustleistung	Q_{g2max}	4	10	20 mW
Sockelschaltung		g2, i, a, g1, i, i, +f, −f.g3		

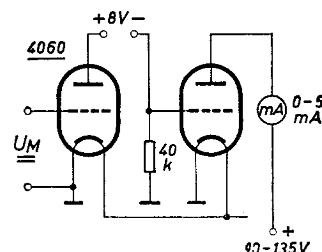
Betriebsdaten DF 70 (RC-Kopplung)	U_b	R_a	R_{g2}	R_{g1}	U_{g1}	I_a	I_{g2}	V_u	u_a	k
	45	1	3,5	3	0	25	7	50	3	4
	45	1	3,5	3	−0,625	29	9	38	3	5
	30	1	3,5	3	0	14	5	38	3	5
	30	1	3,5	3	−0,625	17	6	28	3	9
	22.5	1	3,5	3	0	9	3	26	3	6,7
	22,5	1	3,5	3	−0,625	10	3,2	18	3	7,5
	V	MΩ	MΩ	MΩ	V	µA	µA		V_{eff}	%

Betriebsdaten DL 71 (Ausgang)	U_b	U_{g2}	R_a	R_{g1}	u_g	I_a	I_{g2}	N	k
	30	30	100	10	0	0,54	0,14	0	—
					0.9	0,27	0,12	3,2	10
	22,5	22,5	100	10	0	0,26	0,07	0	—
					0.6	0,18	0,06	1	8,5
	V	V	kΩ	MΩ	V_{eff}	mA	mA	mW	%

Elektrometerröhre

Art (System)	Triode direkt geheizt
Benennung	4060
Abmessungen (ohne Stifte)	58×142 mm
Heizspannung . . . . . . U_f	0,7 V
Heizstrom . . . . I_f	0,6 A
Anodenspannung . . . . U_a	4 (6) V
Gittervorspannung . . . U_g	–2,5 V
Anodenstrom . . . . . . I_a	0,1 mA
Gitterstrom . . . . I_g	10^{-8} µA
Steilheit . . . . S	28 µA/V
Durchgriff . . . . D	50 %
Innenwiderstand . . . . R_i	700 kΩ
Sockelschaltung	g, a, f, f





Prinzipschaltung für Gleichspannungsverstärker

Elektrometerröhre

Für die Messung kleiner Spannungen von Stromquellen mit sehr hohem Innenwiderstand oder sehr geringer Stromergiebigkeit sind Spezialmeßeinrichtungen erforderlich. Eine verhältnismäßig einfache Möglichkeit bietet die Verwendung von Röhrenvoltmetern. Unter den obenerwähnten erschwerenden Bedingungen sind jedoch dazu Spezialröhren notwendig, da der Gitterableitwiderstand sehr hoch sein soll und der Gitterstrom der Röhre daher extrem klein sein muß. Bei der Philips-Elektrometertriode 4060 werden diese Forderungen durch eine sorgfältig entwickelte Konstruktion erfüllt. Der Gitterstrom beträgt weniger als die Hälfte des Wertes einer normalen Röhre. Da dies neben einer entsprechenden konstruktiven Ausführung der Röhre nur durch eine kleine Anodenspannung erreicht werden kann, so ist natürlich die erzielbare Verstärkung in der Elektrometerröhre selbst gering. Sie kann aber durch eine folgende Verstärkerstufe leicht auf den erforderlichen Wert gebracht werden. Die Röhre soll in einem Metallgehäuse eingebaut werden, um Photoemission des Gitters, elektrische Störfelder und Kriechströme durch Feuchtigkeitseinflüsse zu verhindern. Praktische Anwendungen für diese Spezialröhre sind die Messung von Photo- und Ionisationsströmen, α-, β-Messungen, radioaktive Untersuchungen usw.

Poströhren für Telephonieverstärker

An Röhren, die in Telephonieverstärkeranlagen Verwendung finden sollen, werden besondere Forderungen gestellt, die sich aus den Betriebsbedingungen ergeben, unter denen die Geräte arbeiten. Da die Verstärker meist ununterbrochen in Betrieb stehen, so wird vor allem eine große Lebensdauer von den Röhren verlangt, damit man nicht gezwungen ist, die Röhren zu oft auszuwechseln. Außerdem wird hohe Betriebssicherheit der Geräte gefordert, und die elektrischen Werte der Röhren müssen während ihrer Verwendung eine besonders hohe Konstanz aufweisen. Von den elektrischen Daten verlangt man außerdem enge Toleranzen, damit beim Auswechseln der Röhren nicht eine Neueinstellung, beziehungsweise ein Neuabgleich des Gerätes erforderlich wird. Wünschenswert ist ferner, daß die Wärmeträgheit der Kathode so groß ist, daß beim Ausfall der normalen Stromquelle und Umschaltung auf eine Notbetriebsanlage keine Unterbrechung der Arbeitsfähigkeit des Verstärkers eintritt. Auch gegen Spannungsschwankungen der Betriebsschwankungen sollen die Röhren möglichst unempfindlich sein, damit nicht geringfügige Schwankungen der Speisespannung starke Änderungen des Verstärkungsfaktors oder der Leistungsfähigkeit zur Folge haben. Schließlich ist es noch wichtig, daß die für diesen Zweck zu verwendenden Röhren möglichst lange Zeit in unveränderter Form hergestellt werden, um eine Umkonstruktion der vorhandenen, meist komplizierten Anlagen zu vermeiden.

Allen diesen besonderen Anforderungen entsprechen die Philips-Poströhren für Telephonieverstärker. Es steht eine sorgfältig ausgewählte Zahl solcher Spezialröhren zur Verfügung. Sie besitzen stabilen Elektrodenaufbau und nicht zu kleinen Elektrodenabstand. Dadurch wird die Betriebssicherheit und die Einhaltung der elektrischen Werte mit engen Streuungen garantiert. Großes Kolbenvolumen schafft die Voraussetzung für lange Lebensdauer und selbstverständlich wird bei Herstellung der Röhren auf alle jene Punkte mit besonderer Sorgfalt geachtet, die für die Erfüllung der gestellten Anforderungen von Wichtigkeit sind. Da man von der Verwendung direkt geheizter Röhren immer mehr abgeht, stehen auch indirekt geheizte Typen für die verschiedenen Verwendungszwecke zur Verfügung, wobei im Interesse einer guten Verstärkungsfähigkeit und eines guten Wirkungsgrades fast ausschließlich Pentoden gewählt wurden. Die indirekte Heizung gestattet den Betrieb der Röhren auch in Vorstufen, sowohl am Gleich- als auch am Wechselstromnetz. Dies macht die kostspieligen und oft unangenehmen Heizstrombatterien überflüssig und verbilligt den Betrieb der Verstärkeranlagen. Durch eine entsprechende Heizleistung und sorgfältig durchgeführte Aktivierung wird die notwendige Unterheizempfindlichkeit gesichert und die verlangte Wärmeträgheit der Kathode geschaffen. Da die Verstärkeranlagen vorwiegend aus 24-V-Batterien gespeist werden, sind die Heizspannungen der neueren Röhren so festgelegt, daß sie nur wenig unter diesem Spannungswert liegen. Die Differenzspannung kann dann durch einen kleinen Vorwiderstand ausgeglichen werden, wodurch eine genaue Einstellung des Heizspannungswertes möglich ist. Der Störpegel der Röhren in bezug auf Brummen und Rauschen ist durch geeignete Abschirmmaßnahmen, beziehungsweise entsprechende elektrische Dimensionierung den besonderen Betriebsbedingungen der Verstärkertechnik gemäß auf einem niedrigen Wert gehalten.

Poströhren für Telephonieverstärker

Art (System)	Trioden, direkt geheizt			
Benennung	**4606**	**4607**	**4609**	**4617**
Abmessungen (ohne Stifte)	51×111	51×111	52×106	48×118
Heizspannung U_f	4.5	2,1	4,2	4
Heizstrom I_f	1	1	0,25	0,25
Verwendung	NF	NF	NF	E
Anodenspannung U_a	130 (150)	130 (150)	130 (150)	130 (150)
Schirmgitterspannung U_{g2}				
Gittervorspannung U_{g1}	−9	−1.6	−5	−8
Anodenstrom I_a	8,5 (12)	0,7 (1,5)	8 (12,5)	25 (35)
Schirmgitterstrom I_{g2}				
Steilheit S	1	0,5	2.3	3
Durchgriff D	18	3,3	9	15
Innenwiderstand R_i	5.5	60	4,8	2,2
Kathodenwiderstand R_k				
Außenwiderstand R_a	6	600	6	2,2
Spannungsverstärkung V_u	1,1	3.3	1,8	1,1
Nutzleistung N				0,2
Klirrfaktor k				10
Max. Anodenverlustleistung $Q_{a\,max}$	1,2	1,1	1,2	3,3
Max. Schirmgitterverlustleistung Q_{g2max}				
Kapazität a—g C_{ag}	5,9	5,3	10	6
Bemerkungen				
Sockelschaltungen				

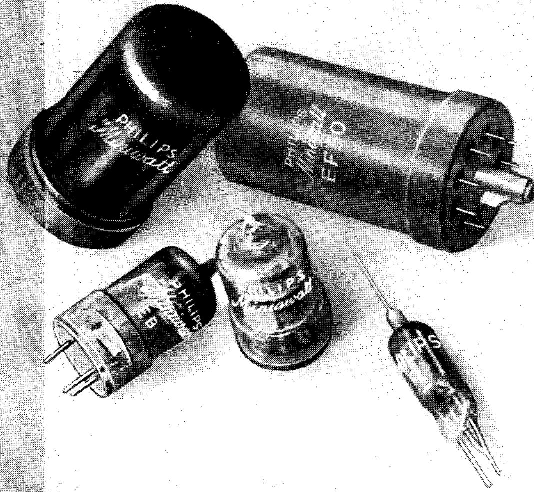
[1]) Schirmgitterdurchgriff

Poströhren für Telephonieverstärker

Trioden, direkt geheizt			Pentoden, indirekt geheizt				
4630	**4631**	**18004**	**18013**	**18014**	**18015**	**18016**	**18040**
52×106	52×106	48×118	47×121	46×126	46×126	46×126	33×70 mm
4,2	2	4,4	4	4	21	21	18 V
0.25	0,25	0,97	1,3	1,6	0,285	0,335	0,27 A
NF	NF	E	E	E	NF E	E	NF E
130 (150)	130 (150)	130 (150)	200	200	125 125	125	210 210 V
			200	200	125 125	125	210 210 V
−8,4	−1.5	−25	−2,5	−5	−2,6 −2,1	−6,6	−3,4 −3 V
8.5 (12)	0,7 (1)	22 (32)	8	35	4,5 8	48	15 20 mA
			1,5	4.6	1,3 2,5	9.5	4 5,3 mA
1,3	0.5	1	5	8	5,5 8,3	9	10 11 mA/V
14	3.5	43	2,5[1])	5,5[1])	2,4[1])	10,5[1])	2,2[1]) %
5.5	55	2,3	1000	50	550 350	16,5	300 250 kΩ
			265	125	440 200	115	185 120 Ω
6	600	2,1	30	8	16 30	3,3	20 15 kΩ
1,3	3,2		4.5	4	4.35	3,15	5.51 Np
		0,2	0.1	0.8	0,1	0,8	2,1 W
		5	5	3	5	3	20 %
1,1	1,1	3,5	1,8	7	1,2	5,6	4,5 W
			0,4	1	0,4	1,2	2,1 W
4,8	6.9	4,5	0,012	0.6	0,02	0,25	0.02 pF
						Rauschwid. rä (NF) = 12 kΩ rä (HF) = 1,2 kΩ	Schlüsselröhre

[1]) Schirmgitterdurchgriff

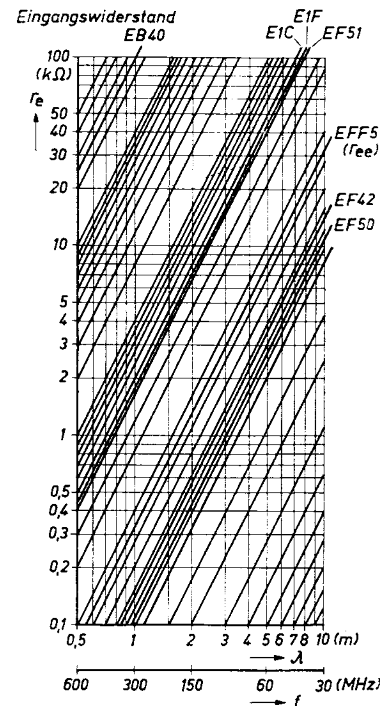




Spezialröhren für Ultrakurzwellen

Für die Erzeugung, Verstärkung und Messung ultrahoher Frequenzen (UKW) sind Röhren normaler Ausführung nicht geeignet, weil ihre inneren Dämpfungswiderstände, die bei längeren Wellen praktisch zu vernachlässigen sind, im Kurzwellengebiet so kleine Werte annehmen, daß eine Verstärkung, beziehungsweise ein Schwingungseinsatz nicht mehr zu erzielen ist. Hierfür kommen vielmehr nur Spezialröhren in Betracht, die durch geeignete Konstruktion und Dimensionierung den besonderen Anforderungen entsprechen können. Im einzelnen ergeben sich für UKW-Röhren folgende Bedingungen:

1. Die Dämpfungswiderstände der Röhren, die bei sehr kurzen Wellen praktisch den wirksamen Außenwiderstand bestimmen, sollen möglichst groß sein.
2. Da das Produkt Steilheit × Außenwiderstand die wirksame Verstärkung bestimmt, ist eine große Steilheit wünschenswert.
3. Da bei kleinen Kreiswiderständen das Eigenrauschen der Röhren den Störpegel und damit die nutzbare Empfindlichkeit maßgeblich bestimmt, ist ein möglichst kleiner Rauschwiderstand anzustreben.
4. Für die Verstärkung breiter Frequenzbänder (oft bis zu mehreren Megahertz) ist ein möglichst großer Wert des Verhältnisses Steilheit zu Röhrenkapazitäten von größter Wichtigkeit.



Abhängigkeit des Dämpfungswiderstandes re im Eingangskreis von Verstärkerröhren (Gitter-Kathode) von der Wellenlänge, beziehungsweise Frequenz im UKW-Bereich.

Diese Forderungen verlangen konstruktive Maßnahmen, die zum Teil einander entgegengesetzte Wirkungen zur Folge haben und daher vielfach ein Kompromiß notwendig machen.

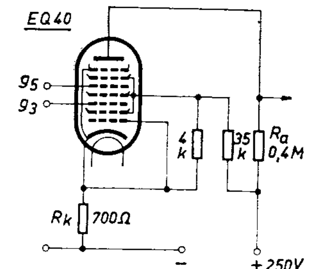
Die Ursache der inneren Röhrendämpfungen ist in der endlichen Laufzeit der Elektronen, hauptsächlich zwischen Kathode und Steuergitter, sowie in dem Phaseneinfluß der Zuleitungsinduktivitäten und schließlich in den dielektrischen Verlusten der Zuleitungen und Isolierstoffe zu suchen. Zur Kleinhaltung der Dämpfungen sind daher möglichst kleine Elektrodenabstände, kurze verlustarme Zuleitungen und die Vermeidung aller entbehrlichen Isoliermaterialien anzustreben.

Die Elektronenabstände finden durch fabrikationstechnische Rücksichten eine untere Grenze, die etwa bei 0,15 mm liegt. Zu kleine Abstände erhöhen außerdem die Röhrenkapazitäten in unerwünschter Weise. Kurze Zuleitungen schließen die Verwendung von Quetschfußröhren von vornherein aus und die Anwendung der Isolierstoffsockelung ist aus Dämpfungsgründen unvorteilhaft. Moderne UKW-Röhren werden daher ausnahmslos in ungesockelter Vollglasausführung hergestellt. Auch die Erhöhung der Steilheit findet ihre Grenze in der dadurch bedingten Zunahme der durch die Röhreninduktivitäten verursachten Dämpfungen. Außerdem hat eine große Steilheit infolge des erforderlichen hohen Anodenstromes eine starke Zunahme des Röhrenrauschens zur Folge.

Bei den UKW-Röhren der Firma Philips ist es durch geschickte Anwendung besonderer Kunstgriffe gelungen, einige besonders bemerkenswerte Spezialkonstruktionen zu schaffen. Ein Beispiel hierfür ist die Sekundäremissionsröhre EFP 60 mit einer Steilheit von 25 mA/V bei einem Anodenstrom von 20 mA und kleinen Röhrenkapazitäten. Für Wellenlängen unter 3 m sind die Röhren EF 51 und EFF 51 besonders geeignet. In beiden Fällen wird die Wirkung der Induktivität der Kathodenzuleitung, die bei großer Steilheit eine starke Dämpfung verursacht, beseitigt. Bei der EF 51 ist die Kathode doppelt herausgeführt, so daß der Anodenwechselstrom getrennt zugeführt werden kann und im Gitterkreis nicht zur Wirkung kommt. Bei der EFF 51 kommt das Gegentaktprinzip zur Anwendung und gestattet die Verwendung dieser Röhre auch zur Verstärkung von Dezimeterwellen. Die Röhre EF 50 ist eine in großen Stückzahlen hergestellte UKW-Pentode hoher Steilheit mit geringer Dämpfung und kleinem Rauschfaktor. Die Oszillatortriode EC 40 ist für Gitterbasisschaltung konstruiert, die eine kleine Rückwirkungskapazität ergibt und speziell im Dezimeterbereich zweckmäßig ist. Schließlich sind noch Spezialdioden, und zwar die speziell für UKW-Mischung bestimmte EB 40 und die Meßdioden DA 50 und EA 50 bemerkenswert.

Der äquivalente Gitterrauschwiderstand $r_ä$ von Verstärkerröhren kann aus der jeweiligen Einstellung berechnet werden mit:

$$\underset{(k\Omega)}{r_ä} \sim \frac{3}{\underset{(mA/V)}{S}} + 15 \cdot \frac{I_{g_2}}{\underset{(mA)/(mA/V)}{S^2}}$$



Prinzipschaltbild der 7-Gitter-Spezialröhre EQ 40. Diese Röhre wirkt als Begrenzer, FM-Demodulator und NF-Verstärker mit ca. 10facher NF-Verstärkung. Sie übernimmt damit die Funktionen für die früher drei Einzelröhren erforderlich waren

UKW-Spezialröhren

Art (System)	Diode, dir.	Dioden indirekt geheizt		Duodiode indirekt	
Benennung	DA 50	4674[1])	EA 50	EB40	4671[1]) (E 1 C)
Abmessungen (ohne Stifte)	18×18	20×34	12×37	22×49	20×35
Heizspannung U_f Heizstrom I_f	1,2 0.3	6,3 0,15	6,3 0,15	6,3 0,26	6,3 0,15
Verwendung	D	D	D	DD, M	UHF, NF, O
Anodenspannung U_a Schirmgitterspannung U_{g2} Gittervorspannung U_{g1}	**125**	**180**	**200**	**200**	180 135 —5 —30
Anodenstrom I_a Schirmgitterstrom I_{g2}	0,2	0,8	**5**	**2×20**	4,5 **7*)** I_g=1,5*)
Steilheit S Durchgriff D Innenwiderstand R_i				 0,25	2 4 12,5
Max. Anodenverlustleistung $Q_{a\,max}$ Max. Schirmgitterverlustleistg. Q_{g2max}					**1,5**
Kapazität a—g C_{ag} Eingangskapazität C_e Ausgangskapazität C_a		 2,1	c_{dk} = 2,1	d_{I-II} = 1,4	1,5 1,1 0,6
Bemerkungen	λ_{res}=18 cm Lebens-dauer 300 Std.	ungesockelt zum Ein-löten		re (300 MHz) = 100 kΩ f_{res}=750 MHz Rimlock-röhre	*) bei λ=5 m N ca. 0,5 W Knopfröhre re(6m)=70kΩ
Sockelschaltungen					

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Speziell für Gitterbasisschaltung. [3]) Schirmgitterdurchgriff. [4]) Mit einer Bremsgittervorspannung von — 54 V ist eine Regelung der Steilheit auf 0,45 mA/V möglich.

UKW-Spezialröhren

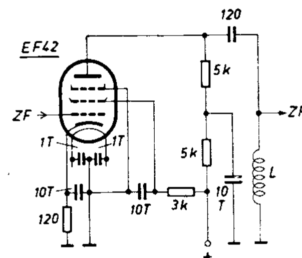
	Trioden indirekt geheizt		HF-Pentoden indirekt geheizt			Sek.-Emissionsröhre	Doppel-pentode	
Benennung	EC41	EC40	4672[1]) (E 1 F)	EF 50	EF 51	EFP 60	EFF 51	EQ 40
Abmessungen (ohne Stifte)	22×42	22×42	20×38	37×62	32×50	38×64	38×63	22×60 mm
Heizspannung U_f Heizstrom I_f	6.3 0.2	6,3 0,48	6,3 0.15	6.3 0.3	6,3 0.35	6.3 0,37	6,3 0,75	6,3 V 0,2 A
Verwendung	UHF, NF, O	O[2])	UHF	UHF (r	UHF, r	UHF	UHF (G)	FM—D
Anodenspannung U_a Schirmgitterspannung U_{g2} Gittervorspannung U_{g1}	150 230[5]) —2	275 — 1,5	**250** **100** — 3	250 250 — 2	250 (300) 250 (300) —2 —8	250 (300) 250 300) — 2	250 200 —2	**250[5])** V 20 V 0 V
Anodenstrom I_a Schirmgitterstrom I_{g2}	30[7]) 27 2,3	15	2 0,7	10 3	14 2,6	20 1.5	2×6 2×0,8	0.19 mA 1,45 mA
Steilheit S Durchgriff D Innenwiderstand R_i	5,5 *) 6,3 2,8	12 1,3 6,5	1,4 3,5[3] 1500	6.3[4]) 1.3[3]) 1000	9,5 0,1 1.5[3]) 500 5000	25 0,9[3]) 70	8 1,8[3]) 350	mA/V % kΩ
Max. Anodenverlustleistung $Q_{a\,max}$ Max. Schirmgitterverlustleistg. Q_{g2max}	**3,5[6])**	**4,5**	**0,8** **0,15**	**3** **1,7**	**4,5** **1**	**2** **0,4**	**2×3** **2×0,5**	0,1 W 0.1 W
Kapazität a—g C_{ag} Eingangskapazität C_e Ausgangskapazität C_a	1,6 1.9 0,85	c_{ak} = 0,04 3,5	0,007 3 3,4	0,003 7,8 5,3	0,007 4 10	0.004 9,2 6	0.04 9,4 5,5	pF pF pF
Bemerkungen	*) N_{max} bei λ = 40 cm ca. 1,3 W, η ca. 20% Rimlockröhre	re (300 MHz) = 80 Ω r_a = 8 kΩ f_{res}=600 MHz Rimlockröhre	Knopfröhre re(6m)=65kΩ r_a = 250 kΩ $r_ä$ = 4,5 kΩ	re 6m)=4kΩ r_a = 50 kΩ $r_ä$ = 1,4 kΩ	re(3m)=15kΩ r_a = 100 kΩ	U_{k_2} = 150 V I_{k_2} = −15,6 mA $Q_{k_2\,max}$ = 1 W	ree (1,5 m) = 750 Ω r_{aa} = 4,7 kΩ	U_{g3} = U_{g5} = — 4,7 V. Schaltung für U_b = 250 V siehe Seite 25
Sockelschaltungen								

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Speziell für Gitterbasisschaltung. [3]) Schirmgitterdurchgriff. [4]) Mit einer Bremsgittervorspannung von — 54 V ist eine Regelung der Steilheit auf 0,45 mA/V möglich. [5]) $U_{a\,max}$=300 V. [6]) Bei stabilisierter Anodenspannung max. 5 W. [7]) Bei stabilisierter Heizspannung max. 30 mA, sonst 20 mA.

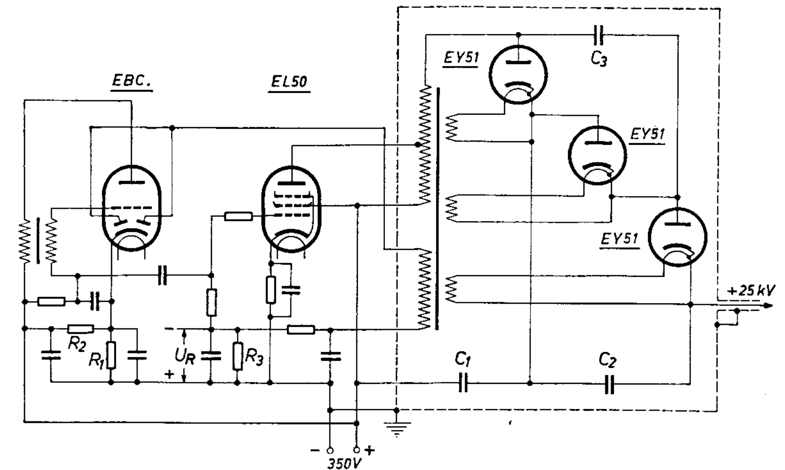
Spezialröhren für Fernsehempfänger

Für Fernsehempfänger sind einige Spezialröhren erforderlich, deren Eigenschaften durch die speziellen Erfordernisse der Fernsehempfängerschaltung bestimmt werden. Soweit es den HF-Teil betrifft, handelt es sich um das Problem der Breitbandverstärkung im Wellengebiet von 5 bis 7 m, so daß die hierfür in Betracht kommenden Röhren jene Bedingungen erfüllen müssen, die an UKW-Röhren gestellt werden. Hierfür sind besonders die Rimlock-Röhren EF 42 und UF 42 für die Breitbandstufen und für die Überlagerung eine Triode-Heptode zu empfehlen. Da neuerdings immer mehr die Frequenzmodulation in den Vordergrund tritt, wird für die Gleichrichterstufe ein Diskriminator in Form einer Doppeldiode mit getrennten Kathoden erforderlich. Für diesen Zweck wurde die Röhre EB 41 entwickelt. Für die Zeilen- und Bildsteuerung werden in modernen Schaltungen meist Doppeltrioden nach Art der ECC 40 benützt (blocking oszill. und Synchronisierung). Für die Endstufen kommen leistungsfähige Endpentoden spezieller Ausführung in Betracht, und zwar die EL 43 (besonders kling- und brummarm) für die Strahlsteuerung und EL 44 für die Zeitablenkung (max. Rücklaufspannung 6 kV). Als Hochspannungsgleichrichter werden die neueren Typen EY 1 und EY 51 Verwendung finden können. Als Begrenzerdiode für die magnetische Ablenksteuerung ist die EA 40 vorgesehen.

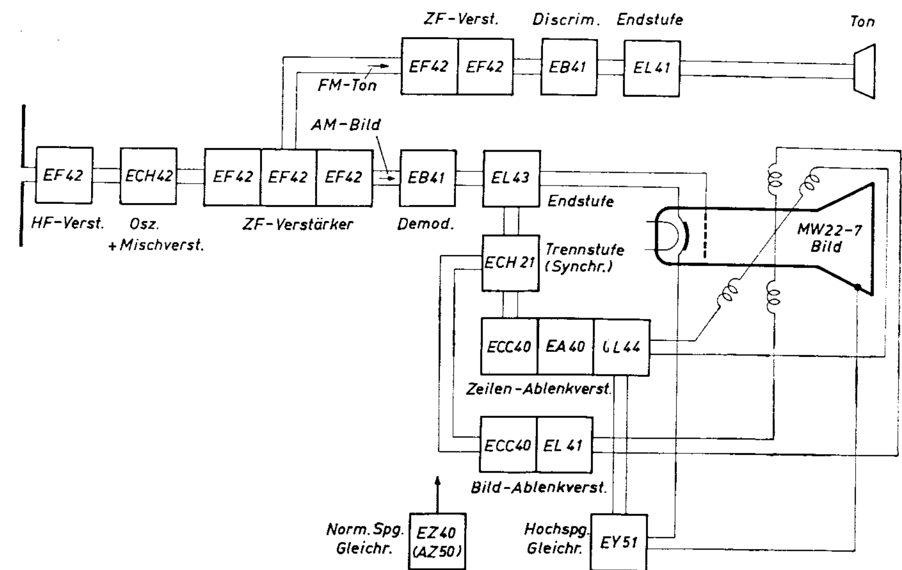
Als Bildröhre stehen Spezial-Kathodenstrahlröhren mit magnetischer Ablenksteuerung, großer Bildfläche und kräftiger Steuerwirkung des Modulationsgitters zur Verfügung.



Schaltbild einer ZF-Stufe mit der Spezialröhre EF 42 für Breitbandverstärkung mit Entzerrungsgliedern im Anodenkreis.



Impulsgenerator mit Kaskadengleichrichter zur Erzeugung einer Hochspannung von 25 kV, 150 μA für Kathodenstrahlröhren. Der Generator mit der EBC. erzeugt eine Sägezahnspannung von ca. 1000 Hz, mit der die Leistungsröhre EL 50 oder EL 38 gesteuert wird. Die plötzlichen Unterbrechungen des Anodenstromes dieser Röhre erzeugen in dem aus Anodeninduktivität und Parallelkapazität gebildeten Schwingkreis eine gedämpfte Schwingung von ca. 30 kHz (Spitzenspannung ca. 6 kV). Diese wird durch die Autowirkung der Anodenwicklung auf 10 kV transformiert und durch die Kaskadenschaltung (3×EY 51) gleichgerichtet. Automatische Konstanthaltung der Ausgangsspannung durch Steuergleichspannung an R_3 (Anodenwechselspannung durch Dioden EBC. gleichgerichtet) Lit.: Phil. Techn. Review, Nov. 1948.



Blockschema eines Fernsehempfängers für Bild- und Tonwiedergabe.



Röhren für Fernsehempfänger

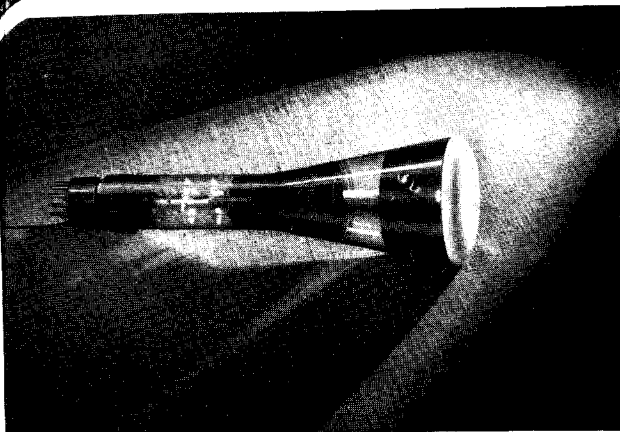
Art (System)	Diode indirekt	Duodiode indirekt	Doppeltriode indir.	HF-Pentode indirekt
Benennung	EA 40	EB41	ECC40	EF 42[2])
Abmessungen (ohne Stifte)	22×58	22×49	22×67	22×53
Heizspannung U_f Heizstrom I_f	6,3 0,2	6,3 0,3	6,3 0,6	6,3 0,33
Verwendung	D	DD	O, PU	HF
Anodenspannung U_a Schirmgitterspannung U_{g2} Gittervorspannung U_{g1}	$\overset{\vee}{7000}$	150	250 (300) —5,5	250 (300) 250 (300) —2
Anodenstrom I_a Schirmgitterstrom I_{g2}	25 ($\overset{\wedge}{100}$)	2×9 (2×$\overset{\wedge}{54}$)	2×6 (2×10)	10 2,3
Steilheit S Durchgriff D Innenwiderstand R_i	 0,3		2,7 3,3 11	9,5 1,2[1]) 500
Maximale Anodenverlustleistung Q_{amax} Max. Schirmgitterverlustleistung Q_{g2max}			1,5	2,5 0,7
Kapazität a—g C_{ag} Eingangskapazität C_e Ausgangskapazität C_a	d—k < 5	dI—dII = 0,03 d—k = 3,5	2,6 I = 2,9 II = 2,6 I = 1,15 II = 0,7	0,005 4,5 9,5
Bemerkungen	Rimlockröhre	Rimlockröhre	Rimlockröhre	re (6m) = 5 kΩ rä = 750 Ω Rimlockröhre
Sockelschaltungen				

[1]) Schirmgitterdurchgriff. [2]) UF 42, UL 43 in Entwicklung. [3]) Effektive Wechselspannung

Röhren für Fernsehempfänger

Art (System)		End-pentoden indirekt			Hochspannungsgleichrichter, indirekt geheizt			
Benennung	UF 42	EL43[2])	EL 44	UL44	1877	EY1	EY 51	
Abmessungen (ohne Stifte)	22×53	22×69	22×73		44×116	16×62	15,5×51	mm
Heizspannung U_f Heizstrom I_f	21 0,1	6,3 0,715	6,3 0,72	50 0,1	4 0,65	6,3 0,08	6,3 0,08	V A
Verwendung	HF	E*)	E*)		R	R	R	
Anodenspannung U_a Schirmgitterspannung U_{g2} Gittervorspannung U_{g1}	170 (250) 170 (250) —2	250 250 — 2,6	250 250 —22,5	$\overset{\wedge}{3500}$ 175 —13,5	5000[3])	5000 $\overset{\vee}{20000}$	5000 $\overset{\vee}{20000}$	V V V
Anodenstrom I_a Schirmgitterstrom I_{g2}	10 (15) 2,3	36 4	20 3,3	28,5 4,7	3	0,5*) 1**)	0,5*) 1**)	mA mA
Steilheit S Durchgriff D Innenwiderstand R_i	8,5 1,2[1]) 300	10 2,7[1])	5	7 10[1])				mA/V % kΩ
Maximale Anodenverlustleistung Q_{amax} Max. Schirmgitterverlustleistung Q_{g2max}	2 0,5	9 3	5 3,5	5 3				W W
Kapazität a—g C_{ag} Eingangskapazität C_e Ausgangskapazität C_a	0,005	0,05 11,5 8,3						pF pF pF
Bemerkungen	R_{gmax} = 1 MΩ $U_{fk\,max}$ = 150 V Rimlockröhre	*) Breitbandverstärkung Rimlockröhre	*) Zeitablenkung Rimlockröhre		C_{Lmax} = 0,5 μF R_{min} = 20 kΩ	*) 50—150 Hz **) 1000 Hz	ungesockelt	
Sockelschaltungen	wie EF 42						ohne Sockel	

[1]) Schirmgitterdurchgriff. [2]) UF 42. UL 43 in Entwicklung. [3]) Effektive Wechselspannung



Kathoden-strahlröhren

Zur Sichtbarmachung von veränderlichen periodischen oder impulsartigen elektrischen Vorgängen finden Kathodenstrahlröhren in der Meß- und Laboratoriumstechnik ausgedehnte Anwendung. Für diese Zwecke kommen heute ausschließlich Hochvakuumröhren mit doppelelektrostatischer Ablenksteuerung in Betracht. Hiervon wird ein Plattenpaar zur Zeitablenkung benützt, während dem zweiten Plattenpaar die Meßspannung zugeführt wird. Die Steuerung kann symmetrisch oder asymmetrisch erfolgen. Im ersten Fall erhalten die beiden gegenüberliegenden Platten gegenphasige Steuerspannungen (Bild 1 a), die durch eine Gegentaktschaltung oder Phasenumkehrstufe erzeugt werden können. Die asymmetrische Steuerung (Bild 1 b), welche nur einen einfachen Verstärkerausgang erfordert, hätte bei Röhren, die für symmetrische Steuerung bestimmt sind, Ablenkverzerrungen und Helligkeitsabfall an den Bildrändern zur Folge. Bei den für diese Steuerungsart konstruierten Röhren werden jedoch die hauptsächlichsten Verzerrungen durch besondere Formgebung des zweiten Plattenpaares beseitigt. Diese einfachere Schaltung kann bei diesen Röhren für viele Zwecke ohne weiteres benützt werden. Nur für sehr genaue Messungen mit genau linearer Zeitablenkspannung ist zweckmäßiger die symmetrische Ablenksteuerung zu verwenden.

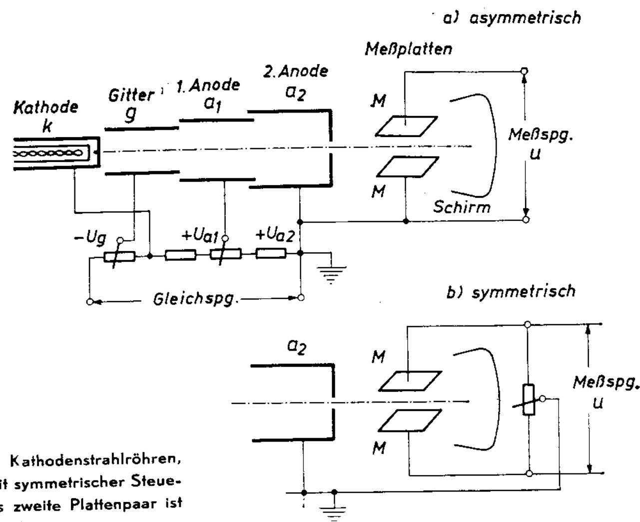


Bild 1. Prinzipschaltung für Kathodenstrahlröhren, a) mit asymmetrischer, b) mit symmetrischer Steuerung der Ablenkplatten. Das zweite Plattenpaar ist nicht eingezeichnet.

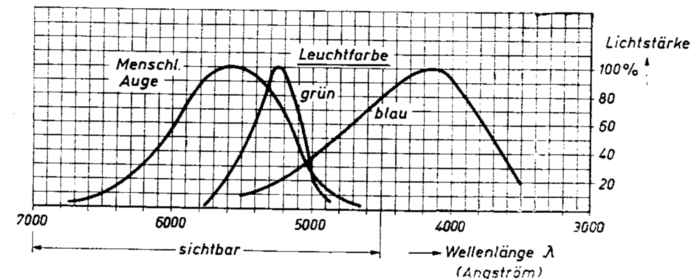
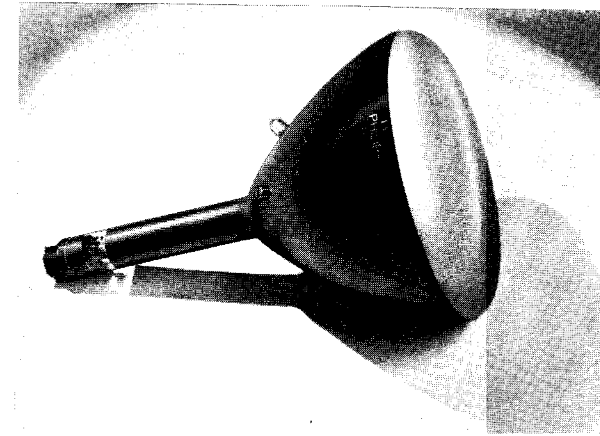


Bild 2. Lichtempfindlichkeit des menschlichen Auges und Lichtstärkekurven eines grünen und blauen Lichtfleckes in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

Die Röhren werden mit verschiedener Schirmgröße und verschiedener Schirmfarbe hergestellt. Grünleuchtende Schirme sind für direkte Beobachtung und Photoaufnahme auf Negativfilmen vorgesehen, da ihre größte Lichtstärke nahe der günstigsten Farbempfindlichkeit des Auges liegt (Bild 2). Für die Aufnahme von Oszillogrammen auf Positivpapier ist dagegen ein blauer Schirm zweckmäßig, der auch dann vorteilhaft ist, wenn kurze Nachleuchtzeit erwünscht ist. Für die Beobachtung einmaliger oder langsam verlaufender Vorgänge ist ein Schirm mit großer Nachleuchtdauer zu empfehlen. Zum Oszillographieren sehr schnell verlaufender einmaliger Vorgänge (Impulse) stehen Röhren mit Nachbeschleunigungsanode zur Verfügung. Die Geschwindigkeit wird durch eine nach der Ablenksteuerung wirkende hohe Gleichspannung auf den zur Erzielung der gewünschten Bildhelligkeit erforderlichen Wert gesteigert. Dies hat den Vorteil, daß dadurch die Empfindlichkeit der Ablenksteuerung nicht beeinträchtigt wird. Die große Bildhelligkeit derartiger Röhren gestattet Schreibgeschwindigkeiten bis zu 25 km/sec, die bei sehr lichtstarken Objekten (1 : 1) bis zu 240 km/sec gesteigert werden können. Die maximal erzielbaren Schreibgeschwindigkeiten der übrigen Röhren betragen bei 800 V Anodenspannung zirka 0,3 km/sec, bei 1200 V zirka 0,5 km/sec und bei 2000 V zirka 2,5 km/sec.

Diese Werte gelten unter folgenden Bedingungen: Höchste Punktschärfe Objektiv 1 : 3,5, Vergrößerung 1 : 4, Negativmaterial 21/10° DIN panchromatisch, Strahlstrom 20 μA.



Charakteristische Form einer Kathodenstrahlröhre für Fernsehwiedergabe.

Kathodenstrahlröhren

a) für Oszillographen

Art (System)	Doppelelektrostatische Ablenkung indirekt geheizt		
Benennung	DG 7—1 DB 7—1 DN 7—1	DB 7—2[1]) DN 7—2[1]) DG 7-2[1])	DG 7—3 DB 7—3 DN 7—3 DR 7—3
Maximale Länge (ohne Stifte) L	163	163	145
Schirmdurchmesser Φ	71	71	71
Schirmfarbe	G, N = grün B = blau	G, N = grün B = blau	G, N, R = grün B = blau
Ablenksteuerung	symmetrisch	asymmetrisch	symmetrisch
Heizspannung U_f	4	sonst gleich DG 7—1	6,3
Heizstrom I_f	1		0,4
Nachbeschleunigungsspannung U_{a3}			
Anodenspannung U_{a2}	800		800
Blendenspannung[2]) U_{a1}	350		300
Gittersperrspannung[3]) U_g	—30		—50
Empfindlichkeit (M-Platten) ε_Z	0,22		0,26
Empfindlichkeit (Z-Platten) ε_M	0,14		0,16
Gitterkapazität C_g	7	7	9
Kapazität (M-Platten) $C_{M,M}$	0,7	0,65	0,6
Kapazität (Z-Platten) $C_{Z,Z}$	0,85	2,5	0,6
Bemerkungen		DN 7 = nachleuchtend	DN 7 = nachleuchtend DR 7 = lang nachleuchtend
Sockelschaltungen			

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Einstellung auf Punktschärfe. [3]) Einstellung der Lichthelligkeit, U_g darf nicht positiv werden.

a) für Oszillographen

	Doppelelektrostatische Ablenkung, indirekt geheizt						
Benennung	DG 7—4 DB 7—4 DN 7—4 DR 7—4	DG 9—3 DB 9—3 DN 9-3 DR 9—3	DG 9—4 DB 9—4 DN 9—4 DR 9—4	DG 9—5 DB 9—5 DN 9—5 DR 9—5	DG 16—1 DB 16—1 DN 16—1	DG 16—2 DB 16—2 DN 16—2	
Maximale Länge (ohne Stifte) L	145	344	344	344	457	450	mm
Schirmdurchmesser Φ	71	97,5	97,5	97,5	167	167	mm
Schirmfarbe	G, N, R = grün B = blau	G, N, R = grün B = blau	G, N, R = grün B = blau	G, N, R = grün B = blau	G, N = grün B = blau	G, N = grün B = blau	
Ablenksteuerung	asymmetrisch	asymmetrisch	symmetrisch	symmetrisch	symmetrisch	symmetrisch	
Heizspannung U_f	sonst gleich DG 7—3	4	sonst gleich DG 9—3	4	4	sonst gleich DG 16—1	V
Heizstrom I_f		1		1	1		A
Nachbeschleunigungsspannung U_{a3}				1000 5000			
Anodenspannung U_{a2}		1000 1200		1000 1000 (1200)	1000 2000		V
Blendenspannung[2]) U_{a1}		400 500		400 430 (500)	250 500 (600)		V
Gittersperrspannung[3]) U_g		—40		—40	—20 —40		V
Empfindlichkeit (M-Platten) ε_Z		0,4		0,38 0,18	0,5 0,25		mm/V
Empfindlichkeit (Z-Platten) ε_M		0,31		0,32 0,15	0,35 0,17		mm/V
Gitterkapazität C_g	9,5	7	7	7	9,5	7,3	pF
Kapazität (M-Platten) $C_{M,M}$	0,5	1,3	1,4	1,5	1,2	2,1	pF
Kapazität (Z-Platten) $C_{Z,Z}$	0,8	1,8	1,5	2	2	2,7	pF
Bemerkungen		DN 9 = nachleuchtend DR 9 = lang nachleuchtend		DN 9 = nachleuchtend DR 9 = lang nachleuchtend	Stiftsockel	10poliger Außenkontaktsockel	
Sockelschaltungen							

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Einstellung auf Punktschärfe. [3]) Einstellung der Lichthelligkeit, U_g darf nicht positiv werden.

b) für Fernsehwiedergabe

Art (System)	Doppeltmagnetische Ablenkung indirekt geheizt			
Benennung	MW 6—2	MW 22—7	MW 31—7	
Maximale Länge (ohne Stifte) L	271	376	460	mm
Schirmdurchmesser Φ	65,5	231	308	mm
Schirmfarbe	weiß	weiß	weiß	
Heizspannung U_f	6.3	6,3	6.3	V
Heizstrom I_f	0.65	0,6	0.65	A
Nachbeschleunigungsspanng. U_{a3}				
Anodenspannung U_{a2}	25000	7000	7000	V
Blendenspannung[2]) U_{a1}		200 (400)	200 (400)	V
Gittersperrspannung[3]) U_g	—65	— 60 (—200)	—60 (—200)	V
Empfindlichkeit	(850 AW)[5])	0,076[4]) (700 AW)[5])	0,106[4]) (725 AW)[5])	
Gitterkapazität C_g	8	7	7	pF
Kapazität C_k	5	4	4	pF
Bemerkungen	Projektionsröhre	$Q_{Lmax} = 2\ (\hat{10})$ mW/cm², $I_{a2max} = 100\ \mu A$		
Sockelschaltungen				

[1]) Nur für Ersatzzwecke. [2]) Einstellung auf Punktschärfe. [3]) Einstellung der Lichthelligkeit, U_g darf nicht positiv werden. [4]) Die Ablenkung ergibt sich in Millimeter pro Gauß Feldstärke durch Multiplikation des angegebenen Faktors mit der Weglänge l der Elektronen im magnetischen Ablenkfeld bei einem Abstand von 21,6 cm zwischen Spulenmitte und Schirm. [5]) Amperewindungen der magnetischen Ablenkspulen bei einem Abstand von zirka 28 cm zwischen Spulenmitte und Schirm.

Hilfsröhren für Oszillographen

a) Gastrioden.

Gastrioden dienen zur Schwingungserzeugung in Zeitablenkgeräten (Kippspannungsgeneratoren) für Kathodenstrahlröhren für Kippfrequenzen bis zu 150 kHz. Sie haben gegenüber einfachen Glimmlampen den Vorteil größerer Konstanz und höherer Spannungsausbeute. Das Prinzip der Gastriode beruht darauf, daß ein Anodenstrom erst dann zu fließen beginnt, wenn die Anodenspannung den n-fachen Wert der negativen Gittervorspannung erreicht und dann unabhängig von der Gittervorspannung bleibt, bis die Anodenspannung unter den Wert der Löschspannung (zirka 20 V) sinkt. Dadurch können z. B. fünf Schwingungszüge einer Frequenz von 750 kHz aufgezeichnet werden. Für höhere Frequenzen kommen Hochvakuumröhren, z. B. in Multivibratorschaltung, in Betracht. Der für den linearen Spannungsanstieg notwendige konstante Ladestrom für den Kondensator wird durch eine in Reihe mit der Kippröhre geschaltete Ladepentode erreicht (Bild 1).

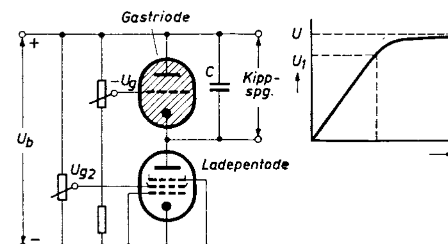


Bild 1. Kippspannungsgenerator mit Aufladepentode und Gastriode als Entladeröhre. Rechts Kondensatorspannung.

b) Spezialröhre für Meßverstärker.

Da die Ablenkplatten elektrostatisch gesteuerter Kathodenstrahlröhren eine verhältnismäßig kleine Empfindlichkeit (0,15 — 0,5 mm/V) besitzen, so ist eine entsprechende Verstärkung kleinerer Meßspannungen erforderlich. Zur Aussteuerung einer Bildhöhe von 5 cm ist z. B. eine Wechselspannung in der Größenordnung von

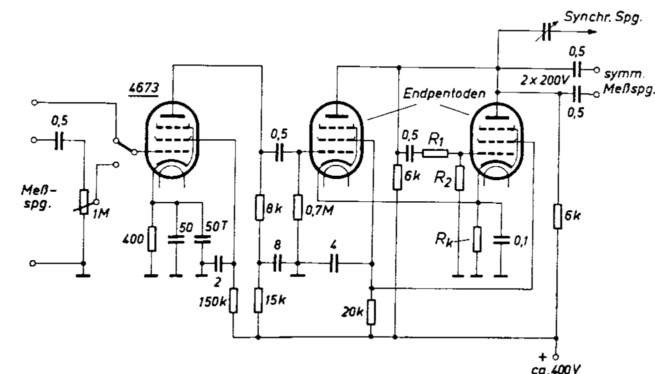


Bild 2. Meßverstärker für Kathodenstrahlröhren mit 1200facher Verstärkung und symmetrischer Ausgangsspannung von 2 × × 200 V (Scheitelwert) und abnehmbarer Synchronisierspannung für den Kippgenerator.

Hilfsröhren für Oszillographen

a) Gastrioden für Kippspannungserzeugung

Art (System)	Trioden mit Heliumfüllung indirekt geheizt		
Benennung	4690[1]	EC50	
Abmessungen (ohne Stifte)	43×98	43×108	mm
Heizspannung . . . . U_f	4	6.3	V
Heizstrom . . . . . . I_f	1.3	1.3	A
Bogenspannung . . . U_B	50	35	V
Max. Spitzenspg. a—g $\hat{U}_{ag}$	600	1500	V
Max. Spitzenspg. a—k $\hat{U}_{ak}$	500	1000	V
Max. Anodengleichstr. I_a	10	10	mA
Max. Anodenspitzenstrom . . . . . . $\hat{I}_a$	750	750	mA
Max. Gitterspitzenstr. $\hat{I}_g$	1,4	1,4	mA
Spannungsverhältnis Zündspannung/neg. Gittervorspannung $U_z/-U_g$	35	35	
Max. Frequenz . . . f_{max}	150	150	kHz
Kapazität a—g . . . C_{ag}	2,2	2.3	pF
Eingangskapazität . . C_{gk}	3,7	6,7	pF
Ausgangskapazität . C_{ak}	2	4.2	pF
Sockelschaltungen . .	a, g, k, f, f	a, g, k, f, f	

[1]) 4690 als Gleichrichter (g_1 an k) $U_{max} = 350$ V, $I_{max} = 75$ mA.

b) Vorröhre für Meßverstärker

Pentode indirekt geheizt		
Benennung . . .	4673	
Abmessungen . .	47×121	mm
Heizspannung . . U_f	4	V
Heizstrom . . . . U_f	1,35	A
Anodenspannung U_a	250	V
Schirmgitterspg. . U_{g2}	200	V
Gittervorspg. . . U_{g1}	—2,5	V
Anodenstrom . . I_a	8	mA
Schirmgitterstrom I_{g2}	1,5	mA
Steilheit	5	mA/V
Innenwiderstand R_i	1500	kΩ
Kapazität a—g . . C_{ag}	0,012	pF
Eingangskapazit. C_e	9,6	pF
Ausgangskapazit. C_o	7,3	pF
Max. Anodenverlustleistung . . $Q_{a\,max}$	2.5	W
Max. Schirmgitterverlustleistung . $Q_{g2\,max}$	0.9	W
Sockelschaltung .	g_2, g_1, a, g_3, m, k, f, f	

100 V bei asymmetrischer, beziehungsweise der doppelte Wert bei symmetrischer Steuerung der Platten erforderlich. Für diesen Zweck ist ein aperiodischer Breitbandverstärker mit RC-Kopplung das Gegebene. Bild 2 zeigt die Schaltung des Verstärkerkanals eines Meßverstärkers mit der Spezialröhre 4673 und zwei steilen Endpentoden, mit verstärkungsloser Phasenumkehrröhre, mit einer symmetrischen Ausgangswechselspannung von zirka 2 × 200 V. Die Verstärkung ist größer als 1000, so daß Eingangsspannungen von zirka 100 mV auf den erforderlichen Wert ge-

Hilfsröhren für Oszillographen

c) Hochspannungsgleichrichter

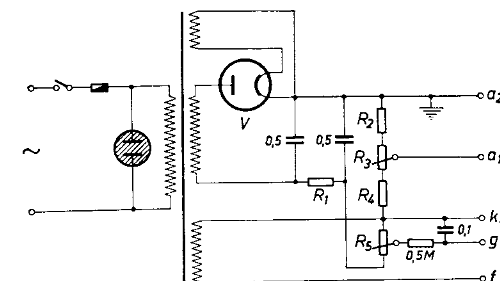
Art (System)		Einweggleichrichter		
Benennung		1876	1875	
Abmessungen (ohne Stifte)		52×97	49×137	mm
Heizspannung	U_f	4	4	V
Heizstrom	I_f	0.3	2,3	A
Maximale Wechselspannung	U_{max}	850	5000	V_{eff}
Maximaler Gleichstrom	I_{max}	5	5	mA
Maximale Sperrspannung	$\check{U}_{max}$	3500	14.000	V
Maximale Gleichspannung	U_{max}	1200	7000[2])	V
Sockelschaltungen		a, f, f	a, f, f	

[2]) Maximale Ladekapazität 0.5 μF, Schutzwiderstand 10 kΩ.

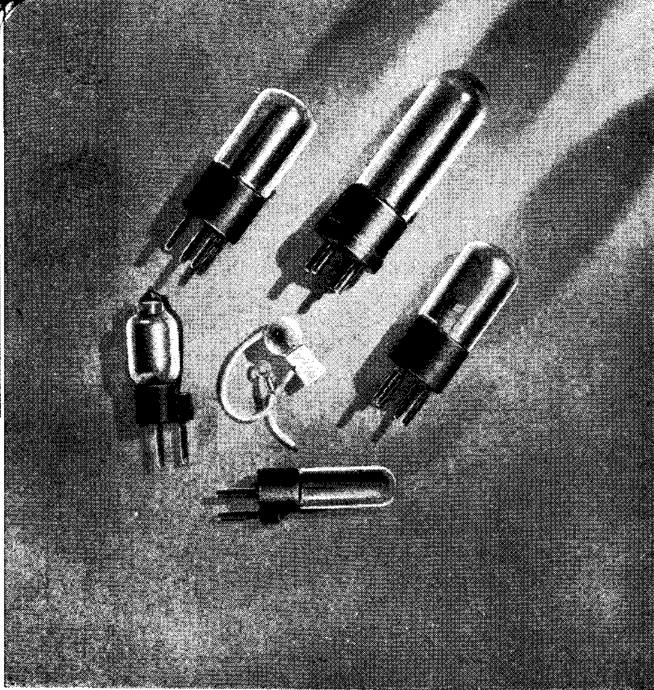
bracht werden. Von der Anode der ersten Röhre kann gleichzeitig die Synchronisierspannung für das Gitter der Kippröhre abgenommen werden.

c) Hochspannungsgleichrichterröhren.

Für die Stromversorgung von Kathodenstrahlröhren sind Spezialgleichrichter mit entsprechend hoher Spannungsfestigkeit erforderlich, denen jedoch nur ein kleiner Gleichstrom entnommen wird, da der Strahlstrom nur etwa 100 μA, der Anodenstrom höchstens einige Milliampere beträgt.



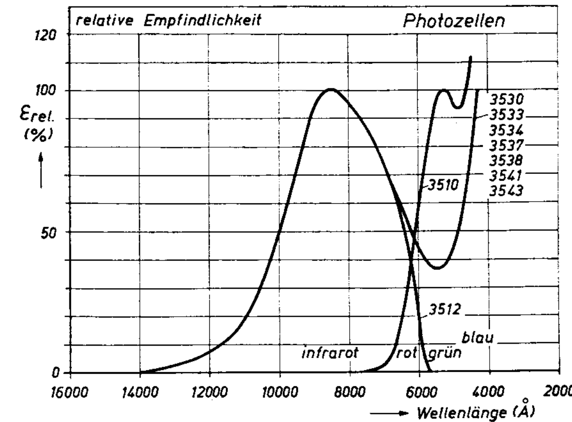
Netzgleichrichter für die Stromversorgung von Kathodenstrahlröhren. Die Werte der Teilwiderstände sind von den benötigten Spannungswerten abhängig.



Photozellen

Photozellen werden zur Photometrie (Lichtstärkemessung), bei der Tonfilmwiedergabe, für Raumschutzanlagen, Zähleinrichtungen und viele andere technische Zwecke in ausgedehntem Maße verwendet. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung der in den Philips-Laboratorien zu hoher Vollkommenheit entwickelten Alkalizellen, die sowohl als Hochvakuum- als auch als gasgefüllte Zellen hergestellt werden. Sie besitzen mit Ausnahme der Kaliumzelle 3510 eine Zäsiumkathode, die bei auftreffendem Licht zu emittieren beginnt und einen Elektronenstrom zur positiven Anode, beziehungsweise bei Gasfüllung auch einen Ionenstrom zur Kathode hervorruft. Dieser kann direkt zur Betätigung eines Relais oder einer Anzeigevorrichtung benützt werden oder an einem Außenwiderstand einen Spannungsabfall erzeugen, der einen Verstärker steuert. Die Hochvakuumzellen zeichnen sich durch besonders hohe Konstanz und Trägheitslosigkeit aus. Das wichtigste Merkmal der Hochvakuumzelle besteht darin, daß sie eine Sättigungscharakteristik besitzt. Der durch eine Lichtquelle konstanter Lichtstärke hervorgerufene Photostrom erreicht bei einer Anodenspannung von zirka 70 V einen Maximalwert, während bei weiterer Erhöhung der Anodenspannung der Strom nicht mehr zunimmt. Zellen mit Zäsiumkathode sind besonders für infrarotes Licht empfindlich und eignen sich daher besonders für Raumschutzanlagen, bei denen das Licht einer normalen Lichtquelle über ein Infrarotfilter geleitet wird (unsichtbares Licht). Auf Seite 42/43 sind Prinzipschaltungen für solche Anlagen zu finden.

Gegenüber der Vakuumzelle zeigt die gasgefüllte Zelle eine Frequenzabhängigkeit, die sich aber innerhalb des Tonfrequenzbereiches in engen Grenzen hält. Ihr besonderer Vorteil ist die wesentlich höhere Empfindlichkeit. Die Verwendung von gasgefüllten Zellen ist daher überall dort zu empfehlen, wo besonderer Wert auf einen großen Photozellenstrom gelegt wird und die geforderte Konstanz geringer ist.



Relative Empfindlichkeitskurven der Philips-Photozellen.

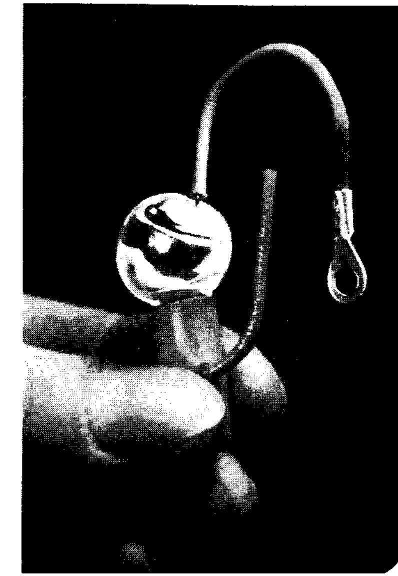
Ersatz schwer erhältlicher Original-Photozellen in Tonfilmgeräten.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über jene Philips-Photozellen, die an Stelle von nicht erhältlichen Originalzellen für die in Zentraleuropa gebräuchlichen Tonfilmanlagen zweckmäßig zu verwenden sind. In jenen Fällen, in denen die Originalzelle in einen Zylinder eingelötet ist, wird es dabei erforderlich sein, die Philipszelle ebenfalls in den Zylinder einzulöten. Zu diesem Zweck werden die Philips-Photozellen auf Wunsch auch ungesockelt geliefert.

Tonfilmgerät	Philips-Photozelle	Tonfilmgerät	Philips-Photozelle
Philips		**Erko**	3530*
Type IV (3600)	3533	**Klangfilm**	
Standardblockp.(3607)	3530	Europa	3530 (3538)*
Type VIII (3608)	3533	Koffer	3530 (3538)*
Type IX (3609)	3533	Median	3530*
3825	3530	Tobis	3530*
3834	3533	Tonkino AEG	
3836	3533	Zellon-Union	3530 (3538)*
3837	3533	**Nitzsche**	
3838 (8730)	3538	Photophon	3533 (3534)*
8490	3530	Selenophon	3534*
8510 (FP2)	3533	**Zeiß-Ikon**	
8540	3538	Ernophon I	3543*
Miller	3541	Ernemann 7 A	3543*
Bauer		Ernophon II	3543*
LT3	3530*	Ernemann 7 B	3543*
LT5, DLT	3534*	A, C, D, E, F, DF, E4 (T)	3534*
Koffer	3530*		

*) Philips-Photozelle ohne Sockel.

Austauschtabelle für nicht erhältliche Photozellen in Tonfilmgeräten.



Die kleinste Philips-Photozelle 3543.



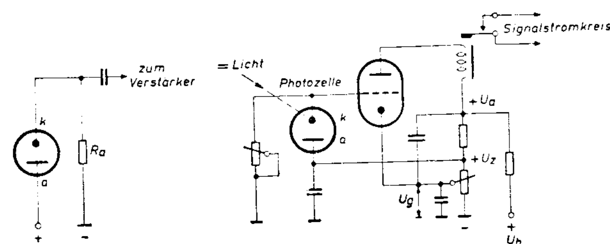
Photozellen

Art (System)	Hochvakuumzellen		
Benennung	3510	3512	3530
Abmessungen (ohne Stifte)	66 × 163	58 × 120	18 × 59
Anodenspannung U_a	100 (500)	100 (500)	100
Anodenstrom I_a	3[4])	5[4])	7,5[5])
Empfindlichkeit[2]) ε	3	20	150
Maximale Empfindlichkeit ε_{max}	1215	1070	8000
Empfindlichste Wellenlänge $\lambda(\varepsilon_{max})$	5600	8300	8300
Empfindlichkeitsbereich	blau—grün	rot—infrarot	infrarot
Kapazität a—k C_{ak}	3	3	3
Bemerkungen	für Messungen kleinster Ströme (Photometer)	großes Fenster (20 cm²). Lackschirm gegen Tageslicht	kleine Abmessungen geringes Rauschen
Sockelschaltungen			

1) Nur für Ersatzzwecke. 2) Statisch gemessen mit Wolframfadenlampe (2600° K, 0.1 Lm). 3) Gasgefüllte Zellen erfordern einen Anodenschutzwiderstand ≥ 100 kΩ. 4) Bezogen auf eine beleuchtete Oberfläche von 100 mm².

Betriebsdaten: 5) U_b = 100 100 80 50 V
I_a ≤ 2 >2 5 7,5 µA
R = 1 2 0,1 0 MΩ

Die Umgebungstemperatur darf bei allen Photozellen den Wert von 50° C nicht übersteigen.



Links: Grundschaltung der Photozelle für Tonverstärkung. Rechts: Prinzipschaltung für Gleichlichtsteuerung. Die gezeichnete Schaltung arbeitet als Impulsverstärker in Arbeitsstrombetrieb. Bei unbelichteter Zelle ist die Röhre durch den am Ableitwiderstand erzeugten Spannungsabfall gesperrt. Für Ruhestrombetrieb muß die Photozelle verkehrt gepolt sein.



Photozellen

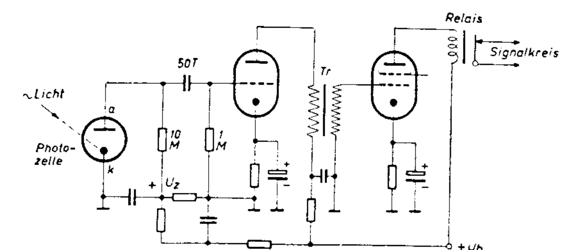
Art (System)	Gasgefüllte Zellen[3])						
Benennung	3533	3534	3537[1])	3538	3541	3543[1])	
Abmessungen (ohne Stifte)	26 × 62	26 × 88	29,5 × 43	23 × 55,5	26 × 62	17 × 32	mm
Anodenspannung U_a	100	100	100	100	100	90	V
Anodenstrom I_a	7,5[5])	7,5[5])	7,5[5])	7,5[5])	7,5[5])	5[6])	µA
Empfindlichkeit[2]) ε	150	150	150	150	150	150	µA/Lm
Maximale Empfindlichkeit ε_{max}	8000	8000	8000	8000	8000	8000	µA/W
Empfindlichste Wellenlänge $\lambda(\varepsilon_{max})$	8300	8300	8300	8300	8300	8300	Å
Empfindlichkeitsbereich	infrarot	infrarot	infrarot	infrarot	infrarot	infrarot	
Kapazität a—k C_{ak}	3,4	5	2,5	2,5	3,4	0,5	pF
Bemerkungen	kleine Abmessungen geringes Rauschen	sehr großes Fenster (5,3 cm²)		sehr kleine Abmessungen Fenster 1,34 cm²	gleichmäßige Empfindlichkeit der ganzen Kathode	sehr kleine Abmessungen Gewicht 3 g	
Sockelschaltungen							

1) Nur für Ersatzzwecke. 2) Statisch gemessen mit Wolframfadenlampe (2600° K, 0,1 Lm). 3) Gasgefüllte Zellen erfordern einen Anodenschutzwiderstand ≥ 100 kΩ. 4) Bezogen auf eine beleuchtete Oberfläche von 100 mm².

Betriebsdaten: 5) U_b = 100 100 80 50 V — 6) U_b = 90 90 70 V
I_a ≤ 2 >2 5 7,5 µA — I_a ≤ 2 >2 5 µA
R = 1 2 0,1 0 MΩ — R = 1 2 0,1 MΩ

Die Umgebungstemperatur darf bei allen Photozellen den Wert von 50° C nicht übersteigen.

Prinzipschaltung für Wechsellichtsteuerung mit zwei Verstärkerröhren. Die Schaltung kann auch mit einer Verstärkerröhre und Wechselstromspeisung mit Arbeits- und Ruhestrombetrieb ähnlich wie bei Gleichlichtsteuerung ausgeführt werden.



Spannungssicherungen

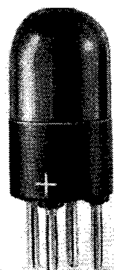
Benennung		4370 4378	4369	4371
Abmessungen (ohne Stifte)		19,5×65	19,5×65	14,5×52
Maximale Gleichspannung	U_{max}	36	70	
Maximale Wechselspannung	u_{max}	50	75	
Untere Grenze der Löschspannung	$U_{ümin}$	60	110	
Übersdilagspannung (max. Dauerstrom)		80—120 (50)	(50) 150—200	(25)

Thermokreuze

Benennung		TH 3	TH 2	TH 1
Abmessungen (ohne Stifte)		24×45	24×45	24×45
Normaler Heizstrom	I_f	0–15	0–30	0–75
Maximaler Heizström	I_{fmax}	20	40	100
Heizstrom für eine EMK von 12 mV[1])		10	20	40
Heizfadenwiderstand	R_f	75	23	7,3
Widerstand des Thermoelementes	R_T	5,5	3	3
Sockelschaltung				

[1]) Bis zum halben Wert dieses Heizstromes ist der Ausschlag des Meßinstrumentes auf ± 2% genau proportional dem Quadrat des Stromes.

Hochvakuum-Thermokreuze



Die Philips-Hochvakuum-Thermokreuze besitzen ein indirekt geheiztes Thermoelement, das in einem evakuierten Glaskolben untergebracht ist. Der Heizfaden wird vom Meßstrom durchflossen und überträgt die erzeugte Wärme durch eine Glasperle auf das Thermoelement, dessen EMK proportional dem Quadrat der Stromstärke zunimmt. Durch die elektrische Trennung zwischen Heizfaden und Thermoelement wird die Thermo-EMK von der Stromrichtung unabhängig und eine einwandfreie HF-Messung gesichert. Die Gleichstromeichung gilt bis etwa 5 m Wellenlänge mit ausreichender Genauigkeit. Um den Einfluß der Streukapazität von den Heizfadenenden zum Thermoelement und parallel zum Heizfaden zu reduzieren, kann man das Thermokreuz entsockeln. Dadurch kann bei 3 m Wellenlänge noch eine Genauigkeit von 1% erreicht werden. Der Heizfaden soll immer einpolig geerdet werden.

Der für die Dämpfung maßgebende Widerstand des Heizfadens ist durch geeignet gewählte Heizfadenmaterialien möglichst niedrig gehalten. Der Widerstand des an das Thermoelement anzuschließenden Galvanometers soll möglichst mit dem Innenwiderstand des Thermoelementes übereinstimmen, um höchste Empfindlichkeit zu erhalten.

Spannungssicherungen

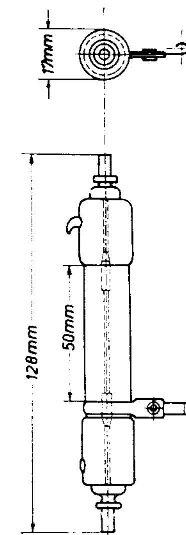
4379	4383	4372	4380	4397	4390	
19,5×65	14,5×52	19,5×65	14,5×52	19,5×65	25×82	mm
50		200		200		V
180		180		230		V_{eff}
130		250		250	300	V
(50) 280—350	(25)	(25) 280—350	(15)	400—500 (25)	700—850 (60)	V (mA)

Thermokreuze



TH4	TH5	
24×45	24×45	mm
0—150	0—300	mA
200	350	mA
100	200	mA
2,2	1,1	Ω
3	3	Ω

Philips-Geiger-Müller-Zählröhren



Für die Strahlungsmessung erzeugt Philips zwei Typen von gasgefüllten Spezialröhren, die sich durch hohe Stabilität, Unabhängigkeit von der Temperatur und lange Lebensdauer auszeichnen. Die Type 18.500 ist besonders für die Messung der K-Strahlung sowie von Gamma- und Neutronenstrahlen geeignet. Type 18.501 wurde speziell für die Messung von Betastrahlen entwickelt. Beide Ausführungen zeichnen sich durch eine hohe Empfindlichkeit für schwache Strahlungen aus. Die erwähnte hohe Konstanz macht sie für Dosierungsmessungen von Gamma- und Neutronenstrahlen geeignet. Man erhält nach der Eichung gut reproduzierbare Werte.

Daten: Fensterdicke: (18.500) 250, (18.501) 75 mg/cm²; Startspannung 1050 V, Betriebsspannung 1200 V, Plateaulänge 500 V, Plateausteilheit 2%/100 V, kosmischer Strahlwirkungsgrad 98,5%.

Stabilisierungsröhren

Art (System)	Glimmentladungsröhren für Spannungsstabilisierung							
Benennung	85 A 1	7475	150 A 1	4687	150 C 1	13201	100 E 1	
Abmessungen (ohne Stifte)	32×62	26×67	27×72	29×94	44×99	54×137	56×150	mm
Brennspannung U_{Br}	83–87	90–110	150–170	80–100	146–166	90–105	90–105	V
Zündspannung U_z	125	140	205	115	205	140	140	V
Mittlerer Nutzstrom I	4	4	4	20	20	125	125	mA
Maximaler Querstrom I_{qmax}	8	8	8	40	40	200	200	mA
Minimaler Querstrom I_{qmin}	1	1	1	10	5	50	50	mA
Wechselstrominnenwiderstand R_i	430	700	1140	250	200	90	30	Ω
Mittl. Spannungsänderung zwischen I_{qmin} und I_{qmax} ΔU	2	3	4	2	2,5	10	2	V
Sockelschaltungen								

Art (System)	Stromregler				
Benennung	1904	1945¹)	1941	1910	
Abmessungen (ohne Stifte)	39×92	38×115	53×144	35×92	mm
Regelbereich . . . . U	30–80	80–120	80–200	5–15	V
Strom I	100	275	300	1400	mA
Sockelschaltungen					

¹) Nur für Ersatzzwecke. Bei allen Stromreglern darf die Umgebungstemperatur den Wert von 40° C nicht überschreiten.

Stromregulatoren

dienen zur Konstanthaltung von Gleich- oder Wechselströmen bei schwankender Speisespannung oder schwankendem Nutzwiderstand. Sie werden zur Konstanthaltung des Heizstromes von seriengeheizten Röhren oder des Ladestromes von Akkumulatoren benützt. Es handelt sich um Eisenwiderstände, die in einem gasgefüllten Kolben untergebracht sind. Im Gegensatz zu den Spannungsstabilisatoren ist die Serienschaltung von Stromreglern wegen ihrer Streuungen nicht möglich, dagegen kann durch Parallelschaltung mehrerer Stromregler ein höherer Strom stabilisiert werden.

Spannungsstabilisatoren

dienen zur Konstanthaltung von Gleichspannungen bei schwankender Speisespannung oder schwankendem Belastungsstrom. Sie werden speziell für Meßgeräte und Meßschaltungen sowie bei Verstärkern mit stark schwankendem Endröhrenstrom (B-Schaltung) benützt. Es handelt sich um gasgefüllte Glimmröhren mit kleinem Wechselstromwiderstand, deren Brennspannungen sich bei stark schwankendem Entladungsstrom nur geringfügig ändert. In Verbindung mit einem entsprechenden Vorwiderstand zwischen Spannungsquelle und Glimmröhre ergibt sich dadurch die stabilisierende Wirkung der Anordnung. Der bei kleiner Spannungserhöhung an der Glimmstrecke stark ansteigende Entladungsstrom erzeugt am Vorwiderstand einen entsprechend höheren Spannungsabfall, so daß sich die Klemmenspannung nur um einen Bruchteil des Betrages erhöht, um den die Spannung der Stromquelle zunimmt.

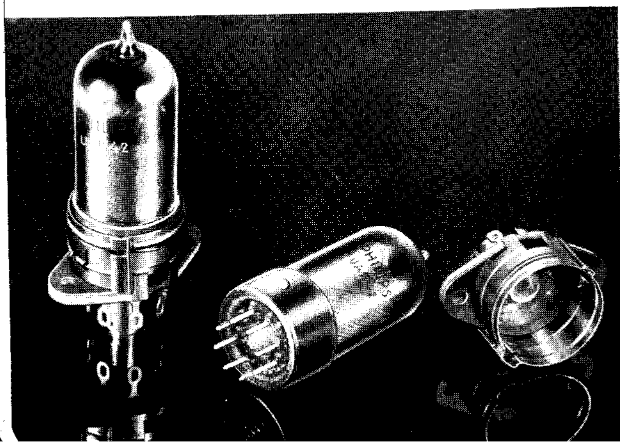
Stabilisierungsröhren dürfen nur innerhalb des angegebenen Strombereiches verwendet werden und sind nicht für Parallelschaltung geeignet. Sie können dagegen durch Serienschaltung zur Stabilisierung höherer Spannungen benützt werden. Beim Anschluß der Röhren muß auf die Polarität geachtet werden, da die Röhren bei der Herstellung durch Einbrennen polarisiert werden. Die Röhre 85 A 1 eignet sich besonders als Spannungsnormal.



Anhang

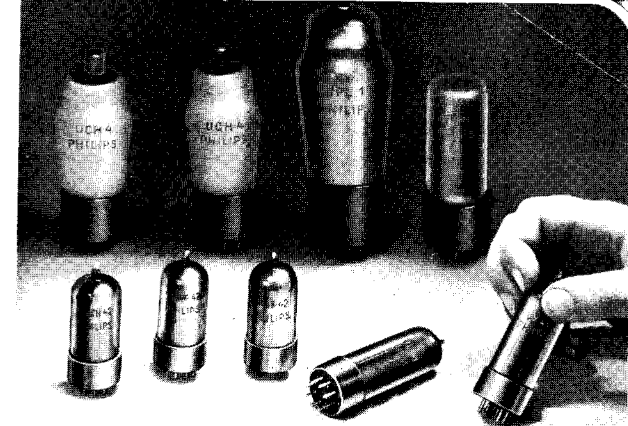
In vielen Spezialgeräten werden neben PHILIPS-Spezialröhren auch normale Empfängerröhren und Senderöhren kleinerer Leistung verwendet. Deshalb wurde im Anhang eine kurze Übersicht dieser Röhrentypen aufgenommen.
Auf dem Gebiet der normalen Radioröhren konnten bedeutende Fortschritte in elektrischer und konstruktiver Hinsicht erzielt werden. So ist zum Beispiel die ursprüngliche Ausführung der Röhren mit Quetschfuß als überholt zu betrachten und man wird bei der Neukonstruktion von Geräten Röhren mit Preßglassockel bevorzugen.
Den letzten Stand der Entwicklung auf diesem Gebiet stellen die Röhren der Rimlock- und Miniaturtechnik dar. Für die Neukonstruktion von Empfängern und Spezialgeräten bieten die neuen MINIWATT-Rimlockröhren folgende Vorteile:

1. Hervorragende harmonisch abgestimmte elektrische Eigenschaften,
2. sehr kleine Abmessungen,
3. kleiner Heizstrombedarf,
4. 8-Stift-Normsockel mit einendiger Herausführung aller Anschlüsse,
5. besondere Eignung für Ultrakurzwellen durch den Preßglasaufbau,
6. sehr enge Fabrikationstoleranzen, die eine gleichmäßige Leistungsfähigkeit von Seriengeräten sowie bei Röhrenwechsel sichern,
7. gute elektrische Isolation zwischen den Kontaktstiften,
8. stabiler Systemaufbau und damit geringe Klinganfälligkeit,
9. leichte und sichere Einführung in die Fassung durch die seitliche Führungsnase,
10. sicherer Halt in der Fassung durch die Rimlockverriegelung,
11. Kontaktstifte aus hartem Metall, die einer Beschädigung beim Einsetzen in die Fassung vorbeugen,
12. sorgfältig ausgewähltes Typenprogramm, das sowohl die Konstruktion von einfachen und billigen Geräten als auch von Höchstleistungsempfängern ermöglicht.

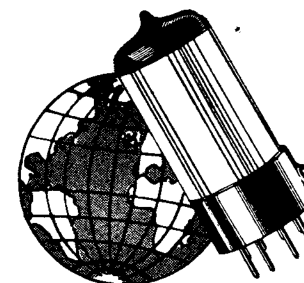


Miniwatt-Rimlockröhren

für Netzempfänger und Autoradio



MINIWATT-Rimlockröhren stehen sowohl für Netzempfänger als auch für Auto- und Batteriegeräte zur Verfügung. Die Röhren der Wechselstromserie (E-Serie) werden für Parallelheizung mit 6,3 V ausgeführt und können daher sowohl für Wechselstromempfänger als auch für Autogeräte Verwendung finden. Als Spezialtypen für die Leistungsstufen von Autoempfängern sind die Röhren EL 42 und EZ 41 mit den Heizströmen von 0,2 und 0,4 A vorgesehen. Für den Bau von seriengeheizten Allstromempfängern werden die Röhren der U-Serie mit einem einheitlichen Heizstrom von 100 mA ausgeführt, wodurch eine ökonomische Ausnützung der vom Heizkreis aufgenommenen Leistung gegeben ist.
Das Typenprogramm der Rimlockserien wurde so festgelegt, daß die für normale Super erforderlichen Vorstufensysteme Verbundröhren ergeben, die schaltungsgemäß zusammengehören und keinen großen Aufwand an Abschirmungen erfordern. Aus dieser Überlegung heraus wurde eine Einfachdiode-Regelpentode geschaffen. Verwendet man zwei Röhren dieser Art in der Zwischenfrequenz- und Niederfrequenzstufe, dann sind die beiden Diodenstrecken bei getrennter Demodulation und Regelspannungserzeugung vollkommen entkoppelt. Die Endröhre konnte dadurch in der schaltungsmäßig vorteilhaftesten Art als Einfachröhre ausgeführt werden. Für Spezialzwecke stehen darüber hinaus noch Regelpentoden, Duodioden mit getrennten Kathoden und Duodioden-Trioden zur Verfügung.
Die nachfolgenden Tabellen geben eine geschlossene Übersicht über das Programm beider Serien.



4

Rimlockröhren für Netzempfänger (und Autoradio)

Rimlockröhren für Netzempfänger (und Autoradio)

Art (System)		Regelpentode-Dioden				Zwei-fach-Dioden		Duo-diode-Trioden		Mischhexode-Triode				
Benennung		EAF 41	UAF 41	EAF 42	UAF 42	EB 41	UB 41	EBC 41	UBC 41	ECH 41	ECH 42	UCH 41	UCH 42	
Abmessungen (ohne Stifte)		22×54	22×54	22×54	22×54	22×54	22×54	22×53	22×53	22×54	22×54	22×54	22×54	mm
Heizspannung	Uf	6,3	12,6	6,3	12,6	6,3	12,6	6,3	12,6	6,3	6,3	14	14	V
Heizstrom	If	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,225	0,225	0.1	0.1	A
Verwenduug		rHF,NF+D[2])	rHF,NF+D[2])	rHF,NF+D[2])	rHF,NF+D[2])	D+D	D+D	DD[2])+NF	DD[2])+NF	rM+O	M+O	rM+O	rM+O	
Anodenspannung	Ua	250 300	200 250	250 250	200 250	150	= EB 41	250	250	250 = Ub	250 = Ub	200 = Ub	200 Ub = 200	V
Schirmgitterspannung	Ug2	100 300	115 250	85 250	85 250					105	85	105	85	V
Gittervorspannung	Ug1	−2	−2,4	−2	−2			−3	−2	−2	−2	−2,2	−2	V
Gitterwechselspannung	ug									8	8	8	8	Veff
Anodenstrom	Ia	5 } 10	6 } 10	5 } 10	5 } 10	$2\times 9(\hat{54})$		1	2,5	3 4,9	3 4,8	3 4,6	3 5,2	mA
Schirmgitterstrom	Ig2	1,6	1,9	1,5	1,5					2,2	3	2,1	3	mA
Gitterstrom	Ig1									0,35	0,2	0,36	0.2	mA
Steilheit	S	1,8	1,9	1,8	1,8			1,2	1,6	0,5[6]) 0,55[6])	0,72[5])	0,5[5]) 0,5[6])	0,72[5]) 0,7[6])	mA/V
Durchgriff	D (D_2)	6	6	5,5	5,5			1,4	1,4			5,1	4,5	%
Innenwiderstand	Ri	1200	1300	1400	1000			58	22	2000	1000	1000	1000	kΩ
Kathodenwiderstand[1])	Rk	300	300	310	310					200	180	225	175	Ω
Schirmgittervorwiderst.[1])	Rg2	95	44	110	76					33/47	27/27[4])	22/47[4])	18/27[4])	kΩ
Außenwiderstand	Ra									30	33	20[7])	22[7])	kΩ
Nutzleistung	N													W
Klirrfaktor	k									H T	H T	H T	H T	%
Kapazität Anode—Gitter	Cag	0,002	0,002	0,002	0,002					0,1 1,2	0,1 1,2	0,1 1,2	0,1 1,2	pF
Max. Anodenverlust	Qa max	2	2	2	2			0,3	0,3	0,8 0,9	0,8 0,75	0,8 0,75	0,8 0,75	W
Max. Schirmgitterverlust	Qg2 max	0,3	0,3	0,3	0,3					0,3	0,3	0,3	0,3	W
Bemerkungen		Regelung 1:100 bei −40 V Rgmax=3 MΩ	Regelung 1:100 bei −34 V	Regelung 1:100 bei −43 V Rgmax=3 MΩ	Regelung 1:100 bei −34 V	Cdl,II = 0,03 pF Ufk max = 300 V		Cgf = 0,03 pF Cdl,II = 0,3 pF Rg max = 3 MΩ		RgT = 22 kΩ Rg max = 3 MΩ Regelung 1:100 bei −28 V	RgT = 47 kΩ Rg max = 3 MΩ Regelung 1:75 bei −29 V	RgT = 22 kΩ Rg max = 3 MΩ Regelung 1:100 bei −27 V	RgT = 47 kΩ Rgmax = 3 MΩ Regelung 1:75 bei −28 V	
Sockelschaltungen							wie EB 41							

[1]) Die in dieser Rubrik angegebenen Werte werden praktisch auf Normalwerte abzurunden sein. [2]) Maximalwerte des Diodenteiles 200 V (Spitze), 0,8 mA (pro System). [3]) Statisch/dynamisch. [4]) Vorwiderstand/Querwiderstand. [5]) Mischsteilheit. [6]) Mittlere dynamische Steilheit.

[1]) Die in dieser Rubrik angegebenen Werte werden praktisch auf Normalwerte abzurunden sein. [2]) Maximalwerte des Diodenteiles 200 V (Spitze), 0,8 mA (pro System). [3]) Statisch/dynamisch. [4]) Vorwiderstand/Querwiderstand. [5]) Mischsteilheit. [6]) Mittlere dynamische Steilheit. [7]) bei Ub = 170 V, 10 kΩ·

4*

Rimlockröhren für Netzempfänger (und Autoradio)

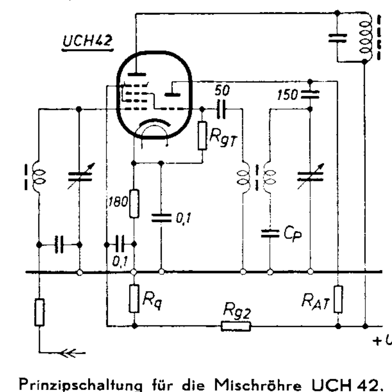
Art (System)	Regelpentoden		Endpentoden			
Benennung	**EF 41**	**UF 41**	**EL 41**	**EL 42**	**UL 41**	
Abmessungen (ohne Stifte)	22×54	22×54	22×70	22×53	22×70	mm
Heizspannung . . . . U_f	6,3	12,6	6,3	6,3	45	V
Heizstrom . . . . . . I_f	0,2	0,1	0,65	0,2	0,1	A
Verwendung	rHF, NF	rHF, NF	E	E (GE)	E	
Anodenspannung . . U_a	250 300	200 250	250 300	250 300	165 250	V
Schirmgitterspannung U_{g2}	95 300	120 250	250 300	250 300	165 250	V
Gittervorspannung . U_{g1}	−2,5	−3	−6	−13,5	−9,5	V
Gitterwechselspg. . . u_g			4,2	7.9	6,2	V_{eff}
Anodenstrom . . . . I_a	6 } 10	7,2 } 10	36 } 55	22,5 } 30	54,5 } 75	mA
Schirmgitterstrom . . I_{g2}	1.7	2,1	4	3,4	9	mA
Gitterstrom . . . . . I_{g1}						
Steilheit . . . . S	2,2	2,3	9	2,9	9.5	mA/V
Durchgriff . . . . . . D_2	5,5	5,5	5	9	10	%
Innenwiderstand . . R_i	1000	1000	50	100	20	kΩ
Kathodenwiderst.[1]) . R_k	325	325	150	500	140	Ω
Schirmgittervorwst.[1]) R_{g2}	90	40	0	0	0	kΩ
Außenwiderstand . R_a			7	11	3	kΩ
Nutzleistung . . . . N			4,5	2,6	4,2	W
Klirrfaktor . . . . . k			10	10	10	%
Kapaz. Anode—Gitter C_{ag}	0,002	0,002	0,5	0,2	1	pF
Max. Anodenverlust . $Q_{a\,max}$	**2**	**2**	**9**	**6**	**9**	W
Max. Schirmgitterverl. $Q_{g2\,max}$	**0,3**	**0,3**	**1,2** 2,5[3])	**1/1,6**[3])	**1,5** 3[3])	W
Bemerkungen	$R_{g\,max}$=3MΩ Regelung 1:100 bei −39 V	Regelung 1:100 bei U_{g1}=−34V	$R_{g\,max}$ = = 1 MΩ	Spez. für Autoempfänger ~ (EL2)	$R_{g\,max}$ = **1** MΩ	
Sockelschaltungen . .	a, g2, g1, k,g3, f, f		a, g2, g1, k,g3, f, f			

[1]) Die in dieser Rubrik angegebenen Werte werden praktisch auf Normalwerte abzuwenden sein.
[2]) Maximalwerte des Diodenteiles **200 V** (Spitze), 0,8 mA (pro System). [3]) Statisch/dynamisch.
[4]) Vorwiderstand/Querwiderstand. [5]) Mischsteilheit. [6]) Mittlere dynamische Steilheit.

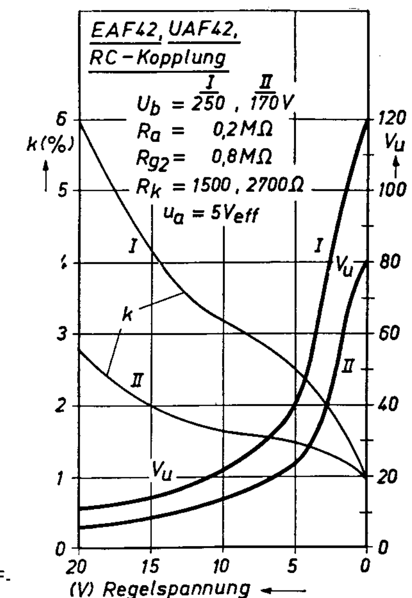
Rimlockgleichrichter für Netzempfänger (und Autoradio)

Art (System)	Zweiweggleichricht.	Zweiweggleichrichter indirekt geheizt		Einweggleichrichter	
Benennung	**AZ 41**	**EZ 40**	**EZ 41**	**UY 41**	
Abmessungen (ohne Stifte)	22×70	22×74		22×61	mm
Heizspannung . . . . U_f	4	6,3	6,3	31	V
Heizstrom . . . . . . I_f	0,750	0,6	0,4	0,1	A
Max. Wechselspg. . .	**2×500 2×300**	**2×350**	**2×250**	**250**	V_{eff}
Max. Gleichstrom . .	**60 70**	**90**	**50**	90	mA
Max. Ladekapazität .	**50**	**50**	**32 16 8**	**50**	μF
Min. Schutzwiderstd. .	**2×200 2×100**	**2×300**	**300 250 150**	**160**[1])	Ω
Sockelschaltungen . .	i, i, i, a_{II}, a_I, f, i, f	i, a_I, a_{II}, k, f, f	a_{II}, a_I, k, f, f	i, i, a, k, f, f	

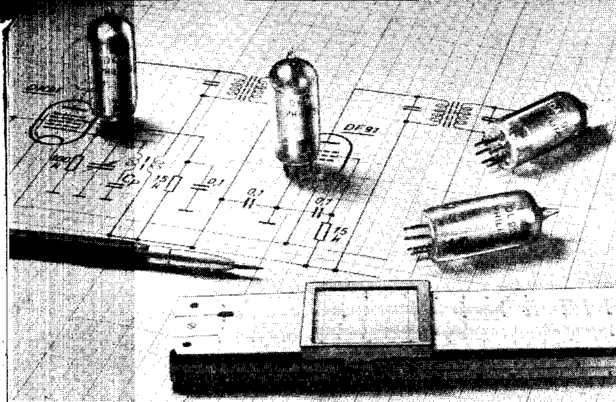
[1]) Bei u=127 Veff ist kein Schutzwiderstand erforderlich.



Prinzipschaltung für die Mischröhre UCH 42.



Arbeitskurven für den Pentodenteil der EAF-Typen bei NF-Verstärkung in RC-Kopplung.



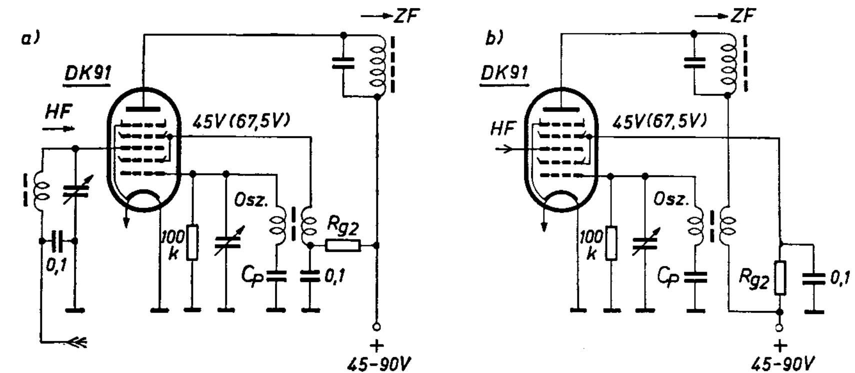
Miniwatt-Rimlock- und Miniaturröhren

für Batterieempfänger

An Batterieempfängerröhren werden besondere Anforderungen gestellt, die sich aus den speziellen Betriebsbedingungen dieses Empfängertyps ergeben. Man verlangt vor allem extrem kleinen Strombedarf der Röhren, um die Beanspruchung der Stromquellen möglichst gering zu halten. Nur dadurch ist es möglich, zu einem günstigen Kompromiß zwischen Batterieabmessungen, beziehungsweise Batteriegewicht und Gebrauchsdauer zu kommen und auch bei größeren Geräten mit Trockenbatterien auszukommen. Eine möglichst niedrige Betriebsspannung erscheint mit Rücksicht auf die Größe der Anodenbatterie ebenfalls wünschenswert, wobei jedoch durch die bei Standardgeräten verlangte Leistungsfähigkeit der Röhren nach unten zu eine Grenze gesetzt ist, die zweckmäßig nicht unter 60 V gewählt wird. Für die Heizung hat sich die Spannung von 1,4 V als Normwert allgemein durchgesetzt, da sie in Verbindung mit Heizströmen von 25 bis 50 mA pro Röhre als Heizquelle eine einzellige Trockenbatterie gestattet.

Für die Erzielung eines kleinen Empfängervolumens ist schließlich auch die Kleinhaltung der Röhrenabmessungen von großer Wichtigkeit, wobei jedoch bei Standardempfängern nicht so extreme Forderungen gestellt werden wie bei Kleinstgeräten, für die „Subminiaturröhren" zur Verfügung stehen.

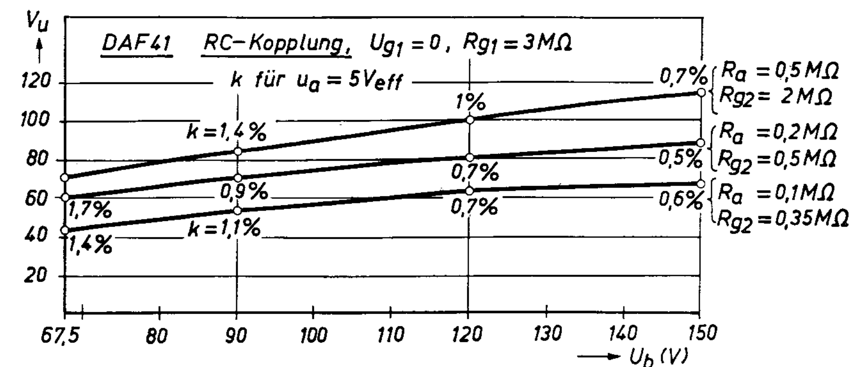
Allen diesen Forderungen kommen die „Miniwatt-Batterieröhren" in weitgehendstem Maße entgegen. Hierbei steht die Auswahl zwischen zwei nach modernsten Gesichtspunkten entwickelten Serien offen. Die Batterieröhren der 40er-Serie sind in der auch bei Netzröhren gebräuchlichen Rimlocktechnik entworfen, während die Röhren der 90er-Serie als ungesockelte Allglasröhren in der etwas kleineren Miniaturausführung konstruiert sind. In elektrischer Hinsicht ist die besonders günstige Leistungfähigkeit der 90er-Serie für eine Betriebsspannung von 67,5 V bemerkenswert. Die Röhren dieser Serie können jedoch in jenen Fällen, in denen auf eine extrem niedrige Betriebsspannung besonderes Gewicht gelegt wird, auch mit 45 V betrieben werden. In derartigen Fällen wird die Betriebssicherheit eines Supers durch das sichere Anschwingen der Mischröhre bestimmt. Die DK 91 ist deshalb so konstruiert, daß sie bei dieser kleinen Betriebsspannung noch unter allen Umständen einwandfrei arbeitet. Die Mischsteilheit ist nur unwesentlich geringer als bei einer Schirmgitterspannung von 67,5 V. Bemerkenswert ist bei dieser Röhre, daß sie keine besondere Oszillatoranode besitzt. Die Rückkopplung kann vielmehr nach den oben gezeichneten Schaltmöglichkeiten entweder vom ersten Schirmgitter oder von der Anode aus erfolgen. Die zweite Möglichkeit gibt etwas günstigere Anschwingfähigkeit und ist deshalb bei Kurzwellen oder kleiner Betriebsspannung



Schaltmöglichkeiten für die Mischröhre DK 91.

zu bevorzugen. Zweckmäßig ist bei dieser Röhre auch die Verwendung des Paddingkondensators als Gitterkondensator. An die Endröhre darf man bei 45-V-Betrieb natürlich keine zu hohe Ansprüche stellen (Nutzleistung zirka 80 mW).

Während die Betriebsspannung der Miniaturröhren mit 90 V begrenzt ist, können die Rimlockröhren der 40er Serie bis zu Spannungen von 135 bis 150 V betrieben werden. Dies gestattet zum Beispiel die Verwendung von zwei Röhren DL 41 in Gegentakt-B-Schaltung mit $U_a = U_{g2} = 150$ V, wobei eine Nutzleistung von 2 W bei 5% Klirrfaktor erzielt werden kann ($R_{aa} = 15$ kΩ, $U_{g1} = -10$ V, $I_a = 2 \times 1{,}5/10$ mA). Diese Röhren sind daher besonders für Batteriegeräte größerer Leistungsfähigkeit geeignet, während die Miniaturröhren einen etwas geringeren Platzbedarf haben.



Arbeitskurven für DAF 41 bei NF-Verstärkung in RC-Kopplung.

Batterieröhren für 1,4-V-Heizung (40/41 = Rimlock-Serie, 91 = Miniaturausführg.)

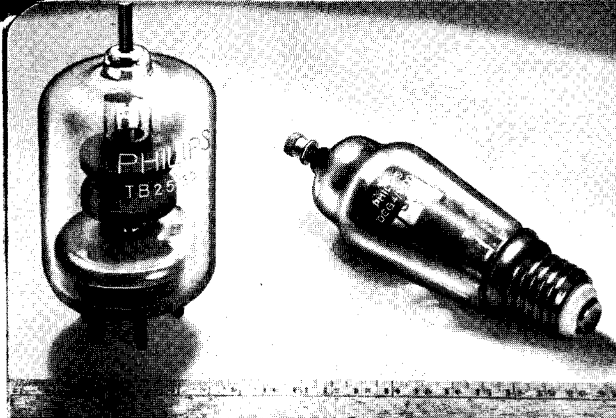
Art (System)	Regelpentode-Diode		
Benennung	**DAF40**	**DAF41**	**DAF91**
Abmessungen (ohne Stifte)	22×53	22×53	19×49
Heizspannung U_f Heizstrom I_f	1,4 25	1,4 25	1,4 50
Verwendung	rHF+D	rHF, NF+D	NF+D
Anodenspannung U_a Schirmgitterspannung U_{g_2} Gittervorspannung U_{g_1} Gitterwechselspannung u_g	120 67,5 67,5 67,5 0*) 0*)	120 67,5 67,5 67,5 0*) 0*)	67,5 **90** 67,5 **90** 0
Anodenstrom I_a Schirmgitterstrom I_{g_2} Gitterstrom I_{g_1}	0,85 0.18	0,85 0.2	1.6 0,4
Steilheit S Innenwiderstand R_i	0,7 1000	0,7 1000	0,625 600
Schirmgittervorwiderstand R_{g_2} Außenwiderstand R_a Nutzleistung N Klirrfaktor k	290 0 *) Regelung 1 : 100 bei −4 −8,5 V	290 0 *) Regelung 1:100 bei −4 −8,5	0
Kapazität Anode—Gitter C_{ag}	0,0065	0.0065	0.2
Maximaler Anodenverlust $Q_{a max}$ Maximaler Schirmgitterverlust $Q_{g_2 max}$	**0,2** **0,02**	**0,2** **0,02**	($I_{k max}$ = **4,5** mA)
Bemerkungen	$R_{g max}$ = **10** MΩ $U_{b max}$ = **135** V	$R_{g max}$ = **10** MΩ $U_{b max}$ = 135 V U_f (Serien-heizg.) = 1,35 V	$R_{g max}$ = **10** MΩ nicht regelbar
Sockelschaltungen			

PHILIPS-MINIWATTRÖHREN

Batterieröhren für 1,4-V-Heizung (40/41 = Rimlock-Serie, 91 = Miniaturausführg.)

Art (System)	Regelpentode	Oktode	Heptode	Endpentoden		
Benennung	**DF91**	**DK40**	**DK91**	**DL41**	**DL92**	
Abmessungen (ohne Stifte)	19×49	22×53	19×49	22×60	19×49	mm
Heizspannung U_f Heizstrom I_f	1,4 50	1,4 50	1,4 50	1,4 (2.8) 2×50 (50)	1,4 (2.8) 100 (50)	V mA
Verwendung	rHF, NF	rM+0	rM+O	E, (GE)	E	
Anodenspannung U_a Schirmgitterspannung U_{g_2} Gittervorspannung U_{g_1} Gitterwechselspannung u_g	**90** 45 **67,5** 45 0*) 0*)	67,5²) g_5= **67,5¹)** **67,5** 0*)	45 (90) 67.5 (90) 45 **67,5** 0*) **0*)**	120*) 90*) 120 90 −4,8 −3 3,2 2,1	**90** 67,5 **67,5** 67,5 −7 −7 5 5	V V V V_{eff}
Anodenstrom I_a Schirmgitterstrom I_{g_2} Gitterstrom I_{g_1}	3,5 **1,7** 1,4 0,7	1 g_2= 0,25¹) 2,6 0,12	0,7 (0.8) 1,4 (1,6) 1,9 3.2 0.15 0,25	5 4 0,9 0,7	7,4 6 1,4 1.2	mA mA mA
Steilheit S Innenwiderstand R_i	0.9 0,7 500 350	0,425 1000	0,235 (0,25) 0,28 (0,3) 600 (800) 500 (600)	1,4 1,3 350 300	1,58 1,4 100 100	mA V kΩ
Schirmgittervorwiderstand R_{g_2} Außenwiderstand R_a Nutzleistung N Klirrfaktor k	16 0 *) Regelung 1:90 1:70 bei −16 −10 V	0²) *) Regelung 1 : 100 bei −9,5 V	0 (15) 0 (7) *) Regelung 1 : 50 1 : 60 −9 −14 V	0 0 24 22,5 0.26 0,16 10 10	16 0 8 5 0,27 0,16 12 12	kΩ kΩ W %
Kapazität Anode—Gitter C_{ag}	0,01	0,125	0,4	0,5		pF
Maximaler Anodenverlust $Q_{a max}$ Maximaler Schirmgitterverlust $Q_{g_2 max}$	$I_{k max}$ = **5,5** mA	**0,2** **0,2** (g_5 = **0,02**)	($I_{k max}$ = **5,5** mA)	**0,6** **0,2/0,5**	($I_{k max}$ = **5,5** **11** mA)	W W
Bemerkungen	$R_{g max}$ = **10** MΩ g_3 liegt an −f	$U_{a max}$ = **135** V R_{g_1} = 35 kΩ	R_{g_1} = 100 kΩ	$U_{b max}$ = **150** V $R_{g max}$ = 2 MΩ *) Werte für 1,4 V 50 mA (1 System)	1,4 V 100 mA bei Batteriebetrieb, 2,8 V/50 mA bei Serienheizung (Netzbetr.)	
Sockelschaltungen	g3 an —f					

¹) Schirmgitter = g_5, Oszillatoranode = g_2 (dynamische Werte rechts) ²) bei U_b > 67,5 V R_{g5} nötig.

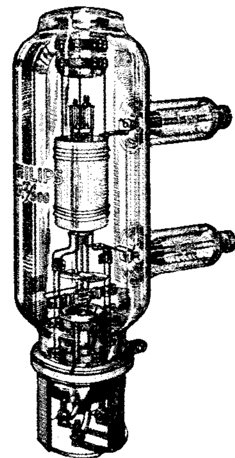


Philips-Senderöhren

Für die Konstruktion von Senderanlagen hat Philips schon seit jeher ein ausgedehntes und jedem Spezialzweck angepaßtes Typenprogramm von Senderöhren jeder Art und Größe angeboten, von denen die nachfolgenden Tabellen nur einen Auszug der Typen bis zu 300 W Nutzleistung enthalten, die heute noch Bedeutung haben.

In letzter Zeit hat die Sendertechnik über ihren ursprünglichen Rahmen der drahtlosen Nachrichtenübermittlung hinaus in industriellen Anlagen für Hochfrequenzerhitzung und elektromedizinische Geräte ein neues weitgespanntes Arbeitsfeld gefunden, das sich in ausgedehntem Maße der kurzen und ultrakurzen Wellen bedient. Um den Konstrukteuren auch auf diesem Gebiet alle Möglichkeiten für die Entwicklung einfacher, preiswerter und hochleistungsfähiger Apparate zu schaffen, erwies sich die Entwicklung besonderer, neuzeitlichen Erkenntnissen entsprechender Röhren als erforderlich.

Beispiele aus der Serie derartiger moderner Senderöhren sind die Triode TB 2,5/300 und die Tetrode QB 2,5/250, beide mit neuartigem Sinterglasaufbau, Zirkoniumgraphitanoden, Molybdänstiften in Preßfuß und thorierten Wolframheizfäden. Sie vereinigen höchste Leistung mit einfachster Konstruktion, kleinem Format und verhältnismäßig geringem Preis. Sie sind in Endstufen kleiner Telegraphie- und FM-Sender, für AM-Rundfunk oder Fernsehsender oder als Vorstufenröhren in Großsendern und in NF-Endstufen verwendbar. Ihre hervorragenden Kurzwelleneigenschaften, die besonders in Gitterbasisschaltung zur Wirkung kommen, machen sie bis zu Wellenlängen von etwa 3 m geeignet. Ebenso vorzüglich eignen sich diese Röhren für industrielle oder medizinische Sender. Größere Nutzleistungen können durch Parallel- oder Gegentaktparallelschaltung mit 4, beziehungsweise 6 Röhren leicht erzielt werden. Für größere Nutzleistungen bis zu über 1 kW sei besonders auf die 500-W-Triode TA 4/800 hingewiesen, die bis zu einer Wellenlänge von zirka 6 m noch gute Ergebnisse liefert. Als Gleichrichter für Senderanlagen mittlerer Leistung kommt in erster Linie die gasgefüllte Einweggleichrichterröhre DCG 4/1000 in Betracht.



Senderöhre TA 4/800
(Ersatz für RS 329 und GRI.)

a) Eingitterröhren

Art (System)		Trioden direkt geheizt						
Benennung		TB 2,5/300			TA 4/800			
Abmessungen (ohne Stifte)		65×125			126×391			mm
Heizspannung	U_f	6,3			23			V
Heizstrom	I_f	5,4			14,2			A
Verwendung		Stat.	HF-C	Osc.-C*)	Stat.	HF-C	Osc.-C*)	
Anodenspannung	U_a	2500	2500	2000	3000	4000	4000(eff)	V
Gittervorspannung	U_g	—70	—200	—150	—25	—200	—360	V
Steuerspannung	$\hat{U}_g$		350			450		V
Anodenstrom	I_a	65	200	200	100	400	180	mA
Steuergitterstrom	I_g		40	40		60	30	mA
Steilheit	S	3			4,5			mA/V
Durchgriff	D	3,9	$\lambda = 5m$	$= 3m$	2,7	$\lambda \geq 60m$	$\lambda \geq 6m$	%
Innenwiderstand	R_i	8,5			8			kΩ
Anodennutzleistung	N_a		365	265		1150	400	W
Gittereingangsleistung	N_g		14			27		W
Wirkungsgrad	η		73	60		72	50	%
Anodenverlustleistung	Q_a	135 (Anode rotglühend)			500			W
Kapazität Anode—Gitter	C_{ag}	5,8			6,5			pF
Eingangskapazität	C_e	6			8,5			pF
Ausgangskapazität	C_a	0,2			1,5			pF
Bemerkungen		*) auch für HF-A, HF-B (mod.), B-Teleph. HF-C (Gitterbasisschaltung) und NF-Leistungsstufe $\hat{I}_{a\,max} = 2$ A, $I_{k\,max} = 240$ mA			*) auch für HF-B-Teleph. HF-C (a-mod.) und Leistungsendstufe $\hat{I}_{a\,max} = 1,7$ A			
Sockelschaltung								

b) Mehrgitterröhren

Art (System)		Tetroden direkt geheizt					
Benennung		QB2,5/250			QE04/10		
Abmessungen (ohne Stifte)		63,5×114			33×64		
Heizspannung	U_f	6,3			6,3		
Heizstrom	I_f	5,4			0,6		
Verwendung[1])		Stat.	HF-C		Stat.		HF-C*)
Anodenspannung	U_a	3000	3000 *)	2000 **)	300		300
Schirmgitterspannung	U_{g2}	500	400	400	250		250
Gittervorspannung	U_{g1}	—92	—170	—150	—32		—60
Steuerspannung (Gitter 3)	$\hat{U}_{g3}$						
Steuerspannung (Gitter 1)	$\hat{U}_{g1}$		300	280			67
Anodenstrom	I_a	40	150	170	25	50	43,7
Schirmgitterstrom	I_{g2}	15	50	50			5,9
Steuergitterstrom	I_{g1}		15	15			0,4
Steilheit	S	1,9			1,9		
Durchgriff	D2	17			18		
Anodennutzleistung	N_a		325	220			7,9
Schirmgitterbelastung	N_{g2}		20	20			
Gittereingangsleistung	N_{g1}		4,5	6			0,03
Wirkungsgrad	η		72	65			60
Anodenverlustleistung	Q_a	125			7,5		
Schirmgitterverlustleistung	Q_{g2}	25			2		
Kapazität Anode—Gitter	C_{ag}	0,1			0,1		
Eingangskapazität	C_e	11			8		
Ausgangskapazität	C_a	6			5,4		
Bemerkungen[1])		*) λ > 15 m, **) λ > 3 m. Auch HF-B. B-Teleph. Mod. a. Mod. g_2 [3])			*) λ > 15 m. Auch λ > 2 m, Frequenzvervielfacher[3])		
Sockelschaltung							

[1]) Stat. = Statischer Prüfwert, HF-C = Sendeverstärkung (unmoduliert) in C-Schaltung, HF-B = Sendeverstärkung in B-Schaltung. Mod.a = Anodenmodulation, Mod.$_{g_3}$ = Bremsgittermodulation, Mod.$_{g_2}$ = Schirmgittermodulation, Mod.$_{g_1}$ = Steuergittermodulation. Optimaler Außenwiderstand für Class B-Telefonie $R_{aopt} = U_a^2/1{,}2.N_a$, für alle anderen Betriebsfälle $R_{aopt} = U_a^2/1{,}6.N_a$. [2]) Maximalwert. [3]) Daten auf Anforderung.

b) Mehrgitterröhren

Doppeltetrode*	Pentode direkt geheizt			Pentoden, indirekt geheizt											
QQE04/20	PC1,5/100			PE04/10			PE06/40			PE1/80			PE1/100		
	66×235			53×133			51×134			64×159			45,5×104		mm
2×6,3	10			12			6,3			12			12,6		V
2×0,8	2			0,65			1,3			0,9			1,05		A
	Stat.	HF-C*)		Stat.	HF-C*)		Stat.	HF-C*)		Stat.	HF-C*)		Stat.	HF-C*)	
2×400	1500	1500	750	500	600	500	600		600	1000		1000	1000	1000	V
2×250	400 500[2])	300	300	300		250	300		300	250 500[2])		350	250	250	V
	—80	—200	—200	—10		—50	—44		—75	—40		—170	—40	—120	V
		300	300			65			90			250		170	V
2×60	175	130	130	25	85	50	40	130	109	40	160	120		145	mA
	25	55	55	2		12	4		11,5	4		17		28	mA
		2	2			5			2			6		6	mA
	4			7,5			4			2,5			4,5		mA/V
	37[2])			4[2])			18			26			20		%
24*)		140	55			15			45			85		100	W
		17	17			3			3,5			6		7	W
		0,6	0,6			0,33			0,2			1,5		1	W
		72	56			60			69			70,5		70	%
2×7,5	85			10			25			35			45		W
2×2,5	25			3			5			6			7		W
2×0,05	0,03			0,1			0,1			0,1			0,1		pF
2×7,5	26			16			14			15			19		pF
2×3,8	19			7,5			8,6			12			15		pF
*) Class-C Betrieb λ > 2,5 m. Weitere Daten noch nicht vorhanden	*) für λ > 15 m. Auch HF-B, Mod. a, Mod. g_3 Mod. g_2, Mod. g_1 [3])			*) für λ > 15 m. Auch HF-B, Mod. a, Mod. g_2 und λ > 5 m [3])			*) λ > 15 m. Auch HF-B (Teleph.) Mod. a, Mod. g_2 λ > 5 m [3])			*) für λ > 15 m. Auch HF-B, Mod. a, Mod. g_3, Mod. g_2 und λ > 5 m [3])			*) λ > 15 m. Auch HF-B, Mod. g_3 [3])		
*)															

[1]) Stat. = Statischer Prüfwert, HF-C = Sendeverstärkung (unmoduliert) in C-Schaltung, HF-B = Sendeverstärkung in B-Schaltung. Mod.a = Anodenmodulation, Mod.$_{g_3}$ = Bremsgittermodulation, Mod.$_{g_2}$ = Schirmgittermodulation. Mod.$_{g_1}$ = Steuergittermodulation. Optimaler Außenwiderstand für Class B-Telefoni $R_{aopt} = U_a^2/1{,}2.N_a$, für alle anderen Betriebsfälle $R_{aopt} = U_a^2/1{,}6.N_a$. [2]) Maximalwert. [3]) Daten auf Anforderung

c) Quecksilberdampfgleichrichter

Art (System)	Einweg-Gleichrichter direkt geheizt	
Benennung	DCG4/1000(G)	
Abmessungen (ohne Stifte)	49,5×142 (49,5×147)	mm
Heizspannung	2,5	V
Heizstrom	4,8	A
Maximale Sperrspannung $\hat{U}$	10000	V
Maximaler Gleichstrom I	250	mA
Maximaler Spitzenstrom $\hat{I}$	1	A
Spannungsabfall ΔU	16	V
Sockelschaltung	DCG4/1000G; Edison	

d) Senderöhren-Auszugsliste*)

Benennung	System	Uf V	If A	Ua max V	Ug2 max V	Qa max W	λ min m	N W	μ %
MC 1/60	Triode	4	3,3	1000	—	75	—	22 [2])	29
PB 2/200	Pentode	12	3,35	2000	400	110	15	260 [1])	70
PB 2/500	Pentode	12	7,3	2500	500	250	15	550 [1])	69
PB 3/800	Pentode	12	8,5	3000	600	450	30	1200 [1])	72
PE 05/25	Pentode	12,6	0,56	500	300	12	5	30 [1])	71
QB 2,5/250	Tetrode	6,3	5,4	3000	500	125	5	300 [1])	70
QE 04/10	Tetrode	6,3	0,6	300	250	7,5	5	7,7 [1])	58
QQE 06/40	Doppeltetrode	2×6,3	2×1,25	600	250	2×20	5	85 [1])	68
TB 2/200	Triode	12	2,7	2000	—	130	10	275 [1])	72
TB 2/500	Triode	12	7,3	2500	—	300	30	700 [1])	70
TB 3/1000	Triode	12	9	3000	—	500	15	1200 [1])	72
TB 3/2000	Triode	12	17	3500	—	1100	150	2900 [1])	72
DCG 5/30	Einweggleichrichter, gasgefüllt	5	31	$\check{U}_{max}$ = 13 kV		Imax = 6 A			
DCG 9/20	Einweggleichrichter, gasgefüllt	5	12,5	$\check{U}_{max}$ = 21 kV		Imax = 2,5 A			
DCG 12/30	Einweggleichrichter, gasgefüllt	5	15	$\check{U}_{max}$ = 27 kV		Imax = 2,5 A			
DCG 5/5000	Einweggleichrichter, gasgefüllt	5	6,7	$\check{U}_{max}$ = 12 kV		Imax = 1,5 A			
DCG 6/6000	Einweggleichrichter, gasgefüllt	5	6	$\check{U}_{max}$ = 13 kV		Imax = 1 A			

[1]) Maximale Nutzleistung bei C-Telegraphie. [2]) Modulator A-Schaltung.
*) Ausführliche Unterlagen auch für Röhren größerer Leistungen durch den Philips-Kundendienst.

Typenbezeichnung der Philips-Röhren

a) Empfängerröhren und Spezialröhren.

Während die älteren Spezialröhren durch eine meist vierstellige Zahl bezeichnet wurden, kommt bei den modernen Spezialröhren das derzeit in Europa allgemein gebräuchliche Bezeichnungsschema für Empfängerröhren zur Anwendung. Dabei besteht die Typennummer aus mehreren Buchstaben und einer ein- oder zweistelligen Zahl. Der erste Buchstabe bezeichnet die Röhrenserie und damit die Heizart der betreffenden Röhre, während die folgenden Buchstaben die Systeme bezeichnen. Bei Verbundröhren entspricht die Anzahl der folgenden Buchstaben der Zahl der Systeme. Die Schlußzahl ist eine laufende Nummer, deren Zehnerziffer eine bestimmte Sockelungsart charakterisiert. Die Bedeutung der Buchstaben:

Erster Buchstabe (Serie, Heizart)	Zweiter und folgender Buchstabe (System)
A = 4-V-Wechselstrom	A = Einfachdiode
B = 180-mA-Gleichstrom	B = Duodiode
C = 200-mA-Gleich- und -Wechselstrom	C = Triode für Vorstufen
D = 1,4-V-Batterie	D = Endtriode
E = 6,3-V-Wechselstrom und -Autobatterie	E = Tetrode
F = 13-V-Autobatterie	F = Pentode für Vorstufen
K = 2-V-Akkumulator	H = Hexode oder Heptode
U = 100-mA-Gleich- und -Wechselstrom	K = Oktode
V = 50-mA-Gleich- und -Wechselstrom	L = Endpentode
	M = Abstimmanzeigeröhre
	P = Sekundäremissionsröhre
	Q = Spezialröhre für FM
	W = Einweggleichrichter, gasgefüllt
	X = Zweiweggleichrichter, gasgefüllt
	Y = Einweggleichrichter, Hochvakuum-
	Z = Zweiweggleichrichter, Hochvakuum-

b) Kathodenstrahlröhren.

Für Kathodenstrahlröhren gilt ein spezieller Buchstabencode. Hierbei bezeichnet der erste Buchstabe die Art der Ablenkung und der zweite die Farbe des Lichtpunktes auf dem Schirm. Die folgende Zahl gibt den ungefähren Durchmesser des Schirmes in Zentimeter an. Die Schlußzahl ist eine laufende Nummer, deren Zehnerziffer eine bestimmte Sockelungsart charakterisiert. Die Bedeutung der Buchstaben:

Erster Buchstabe (Art der Ablenkung)	Zweiter Buchstabe (Leuchtfarbe)
D = doppeltelektrostatisch	B = blau
M = doppeltmagnetisch	G = grün
S = elektrisch-magnetisch	N = grün, nachleuchtend
	R = grün, lang nachleuchtend
	S = sepia
	W = weiß

Anmerkung zu den Tabellen: Die in den Tabellen fettgedruckten Daten sind Grenzwerte. Beispiel: Röhre **EAF41** (Seite 50) Ua=250, **300**V bedeutet Ua=250V (Betriebsspannung) Ua=**300**V (Maximalspannung).

Röhrenverzeichnis (numerisch-alphabetisch geordnet)

*) Nur als Äquivalenztype erwähnt.